



3º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA FLORESTAL
SANTA MARIA - RS - BRASIL



23 e 24
SETEMBRO
2004

Anais

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

3º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL

23 a 24 de setembro de 2004

**Centro de Ciências Rurais
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS – Brasil**

Santa Maria – RS – Brasil

S612a	Simpósio Latino-Americano sobre Manejo Florestal (3. : 2004 : Santa Maria)
	Anais / 3º Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal; comissão editorial Paulo Renato Schneider, César Augusto Guimarães Finger. – Santa Maria: UFSM/CCR/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004.
	465 p. : il.
	1. Engenharia Florestal 2. Manejo florestal 3. Silvicultura 4. Economia florestal 5. Sustentabilidade 6. Eventos I. Schneider, Paulo Renato II. Finger, César Guimarães Finger
	CDU: 630*2 630*2(063)

Catálogo na publicação preparada por Luiz Marchiotti Fernandes
CRB-10/1160 – Biblioteca Setorial do CCR/UFSM

PROMOÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Universidade Federal de Santa Maria

Centro de Ciências Rurais

Campus da Universitário

97119-900 – Santa Maria – RS

☎ (0xx55) 220-8336

☎ (0xx55) 220-8336

✉ ppgef@.ccr.ufsm.br

APOIO

UFSM, DCFL, CEPEF, BOKU, SOSEF

PATROCINADORES

CAPES, FAPERGS, CREA/RS, MÚTUA, ARACRUZ, SOUZA CRUZ, SETA,
BOSQUES DEL PLATA, CELULOSE CAMBARÁ

COORDENAÇÃO GERAL

Prof. Dr. Paulo Renato Schneider

Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger

COMISSÃO TÉCNICA/APOIO

Prof. Dr. Paulo Renato Schneider

Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger

Prof. Dr. Ivanor Muller

M.Sc. Gerson Luiz Selle

Acad. Paulo Sérgio P. Schneider

Doutorando Rodrigo Borges de Mattos

Mestranda Vanessa Fiad do Amaral

Doutorando Edison Rogério Perrando

Doutorando Edison Cantarelli

Doutorando Leonardo da Silva Oliveira

Mestranda Juliana Fernandes Gomes

Mestrando Eduardo Pagel Floriano

Mestranda Dalva Paulesky

Doutoranda Magda Lea Bolzan Zanon

Mestrando Eleandro José Brun

Mestrando Rafael Rossato de Rossato

Mestranda Cibele Rosa Gracioli

Doutorando Fabiano de Oliveira Fortes

COMISSÃO EDITORIAL

Prof. Dr. Paulo Renato Schneider

Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger

“Os conceitos emitidos nos trabalhos são da inteira responsabilidade dos seus autores”.

PREFÁCIO

O Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, dentro de suas atribuições de ensino, pesquisa e extensão, tomou a iniciativa de promover o 3º Simpósio Latino-Americano sobre Manejo Florestal como forma de incentivar o intercâmbio dos mais recentes resultados de pesquisas entre as instituições, empresas e profissionais participantes do evento.

Assim, o 3º Simpósio Latino-Americano Sobre Manejo Florestal teve por objetivo geral divulgar os mais recentes desenvolvimentos técnicos e científicos das instituições de pesquisa e empresas privadas na área de manejo florestal. No evento, procurou-se, principalmente, levantar, discutir e analisar os principais problemas relacionados ao manejo florestal, buscando promover a difusão e o intercâmbio de experiências entre os participantes.

O Simpósio, dirigido à comunidade técnico-científica contou com expressiva participação de representantes vinculados a instituições públicas e privadas, organismos governamentais e não-governamentais, profissionais e acadêmicos atuantes no setor florestal nacional e internacional.

Neste evento, os organizadores contaram com a participação de lideranças e especialistas que representam importantes instituições empresariais, técnico-científicas e governamentais do Brasil e do Exterior, em particular as empresas brasileiras atuantes no setor florestal, além dos segmentos de tecnologia industrial.

Prof. Dr. Paulo Renato Schneider
Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger

Coordenadores do Simpósio

FOREWORD

The Graduate Program in Forest Engineering of the Federal University of Santa Maria, according to its task of fostering knowledge, research and extension, had the initiative to put forward the 3rd Latin-American Symposium on Forest Management as a means to encourage, as between institutions, enterprises and professionals taking part in the event, the interchange of the latest results from scientific researches.

The 3rd Latin-American Symposium on Forest Management has as its major goal to show the newest technical and scientific developments in research institutions and private enterprises connected to the forest management area. The core objective is to recognize, determine, discuss and analyze the main problems related to forest management, thereby searching for ways to find their solutions.

This symposium is directed to the technical-scientific community connected to public organisms, public institutions, as well as private, governmental and non-governmental organizations, professionals and students working in the national and international forest sector.

In this event, the organizers reckoned on leaderships and specialists who represent important entrepreneurial, technical-scientific and governmental institutions from Brazil and from abroad, in particular Brazilian enterprises working in the forest sector, besides the segments of industrial technology.

Prof. Dr. Paulo Renato Schneider
Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger

Coordinators of the Symposium

SUMÁRIO / CONTENTS

PREFÁCIO	v
FOREWORD	vi
SUMÁRIO/CONTENTS	vii
 ARTIGOS / PAPERS:	
PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA ENERGIA DE <i>Eucalyptus grandis</i> EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS NA REGIÃO DE RIO PARDO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	1
PRODUCTION OF WOOD FOR ENERGY OF <i>Eucalyptus grandis</i> IN DIFFERENT SPACINGS IN THE AREA OF RIO PARDO, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL	
Paulo Renato Schneider, Juarez Martins Hoppe, Jorge Antônio Farias, Cesar Augusto Guimarães Finger, Paulo Sérgio Pigatto Schneider	
MODELOS DE ESTIMATIVA DE BIOMASSA PARA PINHAS DE <i>Pinus pinaster</i> Aiton.	7
BIOMASS ESTIMATE MODELS FOR CONES OF <i>Pinus pinaster</i> Aiton.	
Fabrina Bolzan Martins, Manuel Fernando de Miranda Páscoa, Joel Cordeiro da Silva	
CRESCIMENTO DE CLONES DE <i>Eucalyptus saligna</i> SMITH, NA DEPRESSÃO CENTRAL E SERRA DO SUDESTE, RIO GRANDE DO SUL	13
GROWTH OF CLONES OF <i>Eucalyptus saligna</i> SMITH IN THE CENTRAL DEPRESSION AND SOUTHEASTERN MOUNTAIN RANGE, RIO GRANDE DO SUL	
Helio Tonini, Paulo Renato Schneider, César Augusto Guimarães finger	
EMPREGO DE DIFERENTES METODOLOGIAS PARA O CÁLCULO DO VOLUME COMERCIAL DE <i>Eucalyptus saligna</i> SMITH	28
USE OF DIFFERENT METHODOLOGIES FOR MERCHANTABLE VOLUME CALCULATION OF <i>Eucalyptus saligna</i> SMITH	
Helio Tonini	
INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO NO CRESCIMENTO EM DIÂMETRO E ÁREA BASAL DE <i>Eucalyptus grandis</i>, EM RIO PARDO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	35
INFLUENCE OF THE SPACING IN THE GROWTH IN DIAMETER AND BASAL AREA OF <i>Eucalyptus grandis</i>, IN RIO PARDO, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL	
Paulo Renato Schneider, Juarez Martins Hoppe, Jorge Antônio Farias, César Augusto Guimarães Finger, Paulo Sérgio Pigatto Schneider	
SELEÇÃO DE EQUAÇÕES PARA O PARICÁ (<i>Schizolobium amazonicum</i> HUBER EX DUCKE), NO ESTADO DE RORAIMA	42
SELECTION OF EQUATIONS FOR PARICÁ (<i>Schizolobium amazonicum</i> HUBER EX DUCKE), IN THE RORAIMA STATE	
Helio Tonini, Maria Rutinéia Nobre Pereira, Marcelo Francia Arco-verde, Moisés Mourão Junior	
MODELOS DE ESTIMATIVA DE BIOMASSA PARA ACÍCULAS DE <i>Pinus pinaster</i> AITON	49
BIOMASS ESTIMATE MODELS FOR NEEDLES OF <i>Pinus pinaster</i> AITON	
Fabrina Bolzan Martins, Manuel Fernando de Miranda Páscoa, Joel Cordeiro da Silva	

RESPOSTAS DA REGENERAÇÃO NATURAL DO CERRADO A DIFERENTES DISTÚRBIOS POR DESMATAMENTO	55
RESPOSTAS DA REGENERAÇÃO NATURAL DO CERRADO A DIFERENTES DISTÚRBIOS POR DESMATAMENTO Alba Valéria Rezende	
SISDIN – SISTEMA DE PROGNOSE PARA FLORESTAS NATURAIS UTILIZANDO MATRIZES DE TRANSIÇÃO	63
SISDIN – NATURAL FOREST PROJECTION COMPUTER SYSTEM BY TRANSITION MATRIX Henrique Soares Koehler, Luciano Farinha Watzlawick	
IMPLANTAÇÃO E REGULAÇÃO DE POVOAMENTOS MISTOS	77
MIXED PLANTATIONS INTRODUCTION AND REGULATION Gabriel de Magalhães Miranda, Márcio Lopes da Silva, Carlos A. Álvares Soares Ribeiro	
QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E CARBONO ORGÂNICO EM POVOAMENTOS DE <i>Pinus taeda</i> L. NO SUL DO ESTADO DO PARANÁ - BRASIL	85
BIOMASS AND ORGANIC CARBON QUANTIFICATION IN <i>Pinus taeda</i> L. STAND SOUTHERN PARANÁ STATE - BRASIL Luciano Farinha Watzlawick, Marcos Vinicius Winckler Caldeira, Carlos Roberto Sanquetta	
PLANEJAMENTO TURÍSTICO REGIONAL/MUNICIPAL MAPEAMENTO E DIAGNÓSTICO REGIONAL AND COUNTY TURISTIC PLANNING / DIAGNOSTIC AND MAPPING	95
Benício de Melo Filho, Marcos V. G. Alves, Mônica Acco, Henrique Soares Koehler	
A PAISAGEM DA APA GAMA CABEÇA-DE-VEADO, BRASÍLIA	102
THE LANDSCAPE OF THE CONSERVATION UNIT GAMA CABEÇA-DE-VEADO AT BRASILIA Edgar G. B. Machado, Felipe L. P. Lago, José Imaña Encinas	
EQUAÇÕES VOLUMÉTRICAS PARA UMA PLANTAÇÃO DE <i>Eucalyptus urophylla</i> DESTINADA A PRODUÇÃO DE LENHA	107
WOOD VOLUME EQUATIONS FOR A <i>Eucalyptus urophylla</i> PLANTATION ORIENTED TO FIREWOOD PRODUCTION Otacílio Antunes Santana, José Imaña Encinas	
DETERMINAÇÃO DO FATOR DE CASCA PARA A FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO NATURAL	112
DETERMINATION FACTOR OF PEEL TO THE FOREST MIXED ARAUCARIA IN ADVANCED LEVEL OF NATURAL REGENERATION Geedre Adriano Borsoi, Gabriel Berger, Juliana Fernandes Gomes, Doádi Antônio Brena, Solon Jonas Longhi	
FATOR DE CUBICAÇÃO PARA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO NATURAL	117
FACTOR OF CUBE FOR FOREST MIXED ARAUCARIA IN ADVANCED LEVEL OF NATURAL REGENERATION Geedre Adriano Borsoi, Gabriel Berger, Juliana Fernandes Gomes, Doádi Antônio Brena, Solon Jonas Longhi	
AVALIAÇÃO DA SAZONALIDADE DA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA NUMA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL NO MUNICÍPIO DE ITAÁRA – RS	122
EVALUATION OF SAZONAL VARIATION OF LITTER PRODUCTION IN A SEASONAL DECIDUOUS FOREST IN ITAÁRA –RS	

Elisabete Vuaden Mauro, Valdir Schumacher, Hamilton Luiz Munari Vogel

QUALIDADE SANITÁRIA DE SEMENTES DE *Eugenia involucrata* DC, *Eugenia pyriformis* Cambessedes, *Feijoa sellowiana* BERG, *Psidium cattleianum* SABINE 127

HEALTH QUALITY OF *Eugenia involucrata* DC, *Eugenia pyriformis* Cambessedes, *Feijoa sellowiana* BERG, *Psidium cattleianum* SABINE SEEDS

Edicléia A. Iensen Cherobini, Antonio Augusto Machado, Eduardo Frassetto, Rodrigo Fernandes De Camargo Marlove De Fátima Brião Muniz, Juarez Martins Hoppe

O SOFTWARE MATA NATIVA 2.0 E SUAS APLICAÇÕES NO MANEJO DE FLORESTAS NATURAIS 131

THE SOFTWARE MATA NATIVA 2.0 AND THEIR APPLICATIONS IN NATURAL FOREST MANAGEMENT

Gilson Fernandes da Silva, Agostinho Lopes de Souza, Flávio Lopes Rodrigues, Paulo Márcio de Freitas, José Eduardo Macedo Pezzopane, Alessandro de Freitas Teixeira

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE *Acacia mearnsii* DE WILD. EM DIFERENTES TIPOS DE PREPARO DE SOLO 139

GROWTH OF *Acacia mearnsii* DE WILD. PLANTS IN DIFFERENT SOIL TILLAGE

Mauro Valdir Schumacher, João Viane M. da Silva, Gelson Pase Dal Ross, Elias Moreira

ACÚMULO DE BIOMASSA DE GALHOS EM PROCEDÊNCIAS DE *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* E *Eucalyptus cloeziana* PLANTADAS NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA – RS 144

BRANCHES BIOMASS ACCUMULATION IN PROVENANCES OF *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* AND *Eucalyptus cloeziana* PLANTED IN THE COUNTY OF SANTA MARIA - RS

Cleber Witt Saldanha, Amilton José Kanieski, Bruna Denardin da Silveira, Cednara Arruda Santana, Daiane Soares Caporal, Mauro Valdir Schumacher

QUANTIFICAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTIVEL DO SUB-BOSQUE EM UMA FLORESTA DE *Platanus x acerifolia* AOS 4 ANOS 148

QUANTIFICATION OF THE UNDERSTOREY COMBUSTIBLE MATERIAL IN A 4 YEARS FOREST OF *Platanus x acerifolia*

Cleber Witt Saldanha, Amilton José Kanieski, Mauro Valdir Schumacher

A FAUNA SILVESTRE E O MANEJO SUSTENTÁVEL DE ECOSISTEMAS FLORESTAIS 153

WILDLIFE AND THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF FOREST ECOSYSTEMS

Sergio Ahrens

RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. DON., NA REGIÃO DA SERRA DO SUDESTE, ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL 163

HIPSOMETRIC RELATION FOR *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. DON., IN THE REGION OF SERRA OF SUDESTE, RIO GRANDE DO SUL STATE

Fabio Luiz Fleig Saidelles, João Leonardo Fernandes Pires, Cristiane Weber, Mauro Valdir Schumacher

ESTIMATIVA DE BIOMASSA E CARBONO EM PLANTIOS DE *Pinus taeda* L. UTILIZANDO IMAGENS DO SATÉLITE IKONOS II 168

CARBON AND BIOMASS ESTIMATE IN *Pinus taeda* L. PLANTINGS USING IKONOS II SATELLITE'S IMAGES

Luciano Farinha Watzlawick, Henrique Soares Koehler, Flávio Felipe Kirchner

PREPARO DE SOLO NO CRESCIMENTO DE UM POVOAMENTO DE *Eucalyptus grandis* HILL EX. MAIDEN 179

SOIL TILLAGE IN GROWTH OF *Eucalyptus grandis* HILL EX. MAIDEN STAND

Robson Schaff Corrêa, Mauro Valdir Schumacher, Juarez Martins Hoppe, Rodrigo Thomas, Tiago Antônio Fick, Veridiana Padoin

FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO BASEADAS EM SOFTWARE LIVRE DESTINADAS A PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA FLORESTAL 184

FREE SOFTWARE GEOPROCESSING TOOLS FOR FOREST ENGINEERS

Cristhiano Bossardi de Vasconcellos, Elvis Rabuske Hendges, Henrique Schetinger Filho, Rodrigo Silva Londero, Rudiney Soares Pereira

ZONEAMENTO FLORESTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SOTURNO (RS) 189

FOREST ZONING HYDROGRAPHIC SUB-BASIN OF SOTURNO OF THE RIVER (RS)

Silvia Margareti de Juli Moraes Kurtz, José Sales Mariano da Rocha, Rudiney Soares Pereira, José Geraldo de Vasconcellos Baracuh, Fabio Charão Kurtz

COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM, RELÁSCOPIA E ÁREA FIXA, APLICADOS NO INVENTÁRIO DE UMA FLORESTA DE *Eucalyptus* spp., NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA, RS. 196

COMPARISON OF THE METHODS FIXED AREA AND RELASCOPIE IN RELATION THE EFFICIENCY, IN THE FOREST INVENTORY OF *Eucalyptus* spp. IN THE COUNTY OF SANTA MARIA (RS).

Daniel Brondani Ilha, Flávio Hoelscher da Silva, Fabio Luiz Fleig Saidelles, Luis Henrique da Silva

USO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS COM SOLO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* ST. HILL.) 200

USE OF ALTERNATIVE SUBSTRATA WITH SOIL IN THE DEVELOPMENT INITIAL OF SEEDLINGS OF MATÉ (*Ilex paraguariensis* ST. HILL.)

Delmar Santin, Igor Poletto, Juarez Martins Hoppe, Denise Ester Ceconi, Mauro Valdir Schumacher

APLICACIÓN DEL MODELO ZELIG EN EL MANEJO DE UN BOSQUE TROPICAL, RESERVA FLORESTAL DE CAPARO, VENEZUELA 206

ZELIG MODELO APPLIED IN THE MANAGEMENT OF TROPICAL RAINFOREST, RESERVA FLORESTAL DE CAPARO, VENEZUELA

Elsa S. Arias Ninán

DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE INDIVÍDUOS DE *Aspidosperma* spp NA RESERVA GENÉTICA TAMANDUÁ, DF. 214

STEM DIAMETER DISTRIBUTION OF *Aspidosperma* spp AT TAMANDUA FOREST GENETIC RESERVE, FEDERAL DISTRICT.

José Alves da Silva, Paulo Renato Schneider, André R. Terra Nascimento, Edson Junqueira Leite, João Marcelo de Rezende

IDENTIFICACIÓN SIMPLIFICADA DE DIAMETROS DASOMETRICOS 222

SINGLE FORM TO IDENTIFY SPECIAL DBH

José Imaña-Encinas

DENSIDADE E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM FLORESTA SECUNDÁRIA NA AMAZÔNIA ORIENTAL 226

DENSITY AND FLORISTIC COMPOSITION OF THE SOIL SEED BANK IN THE SECONDARY FOREST IN EASTERN AMAZONIAN

Helaine Kéllem Oliveira Dias, Maristela Machado Araújo, Edna Luciana Modesto, Neuber de Oliveira Brandão, John Nascimento de Oliveira

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DO CÓRREGO SUCURI COM VISTAS A ESTUDO DE MODELO SUCESSIONAIS DE RECUPERAÇÃO DE MATAS CILIARES	233
SURVEY FITOSSOCIOLÓGICO OF STREAM SUCURI WITH SIGHTS THE STUDY OF MODEL SUCESSIONAIS OF RECOVERY OF BUSHES CILIARES	
Maria Cristina B. Coelho, Ana Paula Mendes Lustosa, Solange Alves Oliveira, Mauro Luiz Erpen	
CARACTERIZAÇÃO DA MADEIRA DE <i>Alibertia macrophylla</i> PARA FINS ENERGÉTICO	240
CHARACTERIZATION OF <i>Alibertia macrophylla</i> WOOD FOR ENERGETIC USE	
Ailton Teixeira do Vale, Ricardo de Melo Cabral	
DINÂMICA DA COBERTURA FLORESTAL NA MICROBACIA DO ARROIO ARENAL, RS.	243
FOREST COVER DYNAMIC IN THE LITTLE STREAM ARENAL WATER SHED, RS.	
Ana Caroline P. Benedetti, Elvis Rabuske Hendges, Joel J. Kleinpaul, Renata Ferrari, Ariane Lopes Macedo, Rudiney Soares Pereira	
AVALIAÇÃO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO DO SOLO E O CRESCIMENTO DE PLANTAS DE <i>Peltophorum dubium</i>, <i>Enterolobium contortisiliquum</i>, <i>Tabebuia impetiginosa</i>, <i>Apuleia leiocarpa</i>, NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA, RS	250
EVALUATING SOIL COMPACTION AND THE GROWTH OF <i>Peltophorum dubium</i>, <i>Enterolobium contortisiliquum</i>, <i>Tabebuia impetiginosa</i>, <i>Apuleia leiocarpa</i>. IN THE COUNTY OF SANTA MARIA (RS)	
Daniel Brondani Ilha, Daniel Rebelato Piccoli, Eduardo Bayer, Flávio Hoelscher da Silva, Mauro Valdir Schumacher	
AVALIAÇÃO DO USO DE DIFERENTES TIPOS DE TURFA COMO SUBSTRATO PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS	256
EVALUATION OF THE USE OF DIFFERENT TYPES OF PEAT AS SUBSTRATUM FOR THE GERMINATION OF SEEDS OF FOREST SPECIES	
Delmar Santin, Igor Poletto, Denise Ester Ceconi, Juarez Martins Hoppe, Mauro Valdir Schumacher, Eloi Paulus	
INFLUÊNCIA DA FERTILIZAÇÃO COM DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE CABRIÚVA (<i>Myrocarpus frondosus</i> ALEMAO)	262
FERTILIZATION INFLUENCE WITH DIFFERENT PHOSPHORUS DOSES IN THE CABRIÚVA SEEDLINGS GROWTH (<i>Myrocarpus frondosus</i> ALLEMAO)	
Denise Ester Ceconi, Eleandro José Brun, Mauro Valdir Schumacher, Igor Poletto, Flávia Gisele König, Isabel Sandra Kleinpaul, Letícia Lima	
USO DA CASCA DE PINUS EM DIFERENTES PORCENTAGENS COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ERVA-MATE (<i>Ilex paraguariensis</i> ST. HILL.)	269
USE OF THE PEEL OF PINUS IN DIFFERENT PORCENTAGENS AS SUBSTRATUM FOR PRODUCTION OF ERVA-MATE (<i>Ilex paraguariensis</i> ST. HILL.) SEEDLINGS.	
Delmar Santin, Igor Poletto, Denise Ester Ceconi, Juarez Martins Hoppe, Mauro Valdir Schumacher	
ESTIMATIVAS DE ÁREA BASAL POR AMOSTRAGEM DE BITTERLICH EM TRÊS FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL DE ENCOSTA NO BRASIL CENTRAL	275
ESTIMATES OF BASAL AREA BY BITTERLICH SAMPLING IN THREE FRAGMENTS OF SEASONAL DECIDUOUS FORESTS ON SLOPES IN CENTRAL BRAZIL	
André R. Terra Nascimento, Jeanine M. Felfili	
PREDIÇÃO DA FORMA DO TRONCO E VOLUME SEGMENTADO DE <i>Pinus elliottii</i> UTILIZANDO O POLINÔMIO DE 5º GRAU, CONSIDERANDO DADOS AGRUPADOS E NÃO AGRUPADOS EM CLASSES DE DIÂMETRO	281
PREDICTION OF THE TAPER AND SEGMENTED	

VOLUME OF DE *Pinus elliottii*

USING THE POLYNOMIAL OF 5th DEGREE, CONSIDERING DATA CONTAINED AND NOT CONTAINED IN DIAMETER CLASS

Fabiano de Oliveira Fortes, Luciano Weber Sheren, Luis Henrique da Silva Souza

PROPORÇÃO DA DIOICIA E DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ÁRVORES MASCULINAS E FEMININAS DE *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE., EM POVOAMENTOS NATURAIS 288

SEX PROPORTION AND DIAMETRIC DISTRIBUTION OF MASCULINE AND FEMININE *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE. TREES IN NATURAL SETTLEMENTS

José Artur Soligo, Magda Lea Bolzan Zanon, César Augusto Guimarães Finger, Paulo Renato Schneider

QUANTIFICAÇÃO DE “C” E “N” NO MATERIAL LENHOSO SOBRE O SOLO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, NO MUNICÍPIO DE ITAÁRA – RS 295

QUANTIFICATION OF “C” AND “N” IN THE WOODY MATERIAL ON THE SOIL IN A FRAGMENT OF SEASONAL DECIDUOUS FOREST, IN ITAÁRA – RS

Flávia Gizele König, Mauro Valdir Schumacher, Isabel Sandra Kleinpaul, Lourdes Patrícia Dacosta, Gisele Scapini, Rodrigo Ferreira da Silva

POTENCIAL DO MANEJO DE ÁRVORES CAÍDAS NATURALMENTE NA RESERVA EXTRATIVISTA CHICO MENDES, ACRE. 300

THE POTENTIAL FOR MANAGEMENT OF NATURALLY FALLEN TREES IN THE CHICO MENDES EXTRACTION RESERVE, STATE OF ACRE.

Luciana Rôla, Andréa Alechandre, Arthur Leite, Alfredo Fantini

EFEITOS DOS IMPACTOS ANTRÓPICOS NA VEGETAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS – ESTUDO DE CASO 304

HUMAN IMPACT EFFECTS IN WATERSHEDS – STUDING A CASE

Cibele Rosa Gracioli, José Sales Mariano da Rocha

USO DA BIOENGENHARIA NA ESTABILIZAÇÃO DE UM TALUDE FLUVIAL 312

USE OF SOIL BIOENGINEERING IN STREMBANK STABILIZATION

Miguel Antão Durlo, Fabrício Jaques Sutili

CONICIDADE E FATOR DE FORMA COMERCIAL DE ESPÉCIES NATIVAS DO RS 324

ABNORMAL TAPERING AND COMMERCIAL FORM FACTOR OF NATIVE SPECIES OF RS

Rodrigo Borges de Mattos, Miguel Antão Durlo, Alessandro Dal’Col Lúcio

CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE PARA RESULTADOS DE ANÁLISES DE N, P, K E Ca EM ACICULAS DE *Pinus* sp. 332

QUALITY ESTATISTIC CONTROL FOR ANALITICAL N, P, K AND Ca RESULTS IN NEEDLES OF *Pinus* sp.

Rafael Augusto Rossato de Rossato, Alessandro DalCol Lucio, Mauro Valdir Schumacher, Eduardo Righi dos Reis, Alexandre Francisco Binotto, Fabiano de Oliveira Fortes

ASPECTOS FITOSSOCIOLÓGICOS DE TRÊS SUB-FORMAÇÕES FLORÍSTICAS ENCONTRADAS EM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL RIPÁRIA, CACHOEIRA DO SUL, RS, BRASIL 339

PHYTOSOCIOLOGICAL ASPECTS OF THREE FLORISTIC SUB FORMATIONS IN A DECIDUOUS RIPARIAN FOREST FRAGMENT, CACHOEIRA DO SUL, RS, BRAZIL

Maristela Machado Araujo, Solon Jonas Longhi, Angelise Mendes, Suzane Bevilacqua Marcuzzo, André Terra Nascimento, Antônio Machado

- SILVICULTURA Y MANEJO DE *Grevillea robusta*** 345
SILVICULTURE AND MANAGEMENT OF *Grevillea robusta*
Moscovich, F., Fassola, H., Crechi, E., Colcombet, L., Lacorte, S., Domecq, C., Hampel, H.
- MODELAGEM DE COPAS A PARTIR DO SOFTWARE AUTO-CAD** 354
USING AUTO-CAD SOFTWARE IN MODELLING OF TREE CROWNS
Fabrício Jaques Sutili, Miguel Antão Durlo
- INFLUÊNCIA DO VERMICOMPOSTO COMO SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* ST. HILL).** 363
INFLUENCE OF EARTHWORM COMPOST AS SUBSTRATUM IN THE PRODUCTION OF ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* ST. HILL) SEEDLINGS.
Igor Poletto, Denise Ester Ceconi, Delmar Santin, Juarez Martins Hoppe, Mauro Valdir Schumacher, Flávia Gisele König
- A ESCARIFICAÇÃO DO SOLO E O CONTROLE DE ERVAS DANINHAS INCREMENTAM O CRESCIMENTO INICIAL DO *Pinus taeda* L.** 370
SOIL SCARIFICATION AND WEEDS CONTROL PROMOTE SEEDLINGS INITIAL GROWTH OF *Pinus taeda* L.
Alexandre Ferreira de Macedo, Frederico Dimas Fleig, Fábio Francisco Vettori, Davi Werner Ventura, Constâncio Bernardo dos Santos
- DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA COMERCIAL DA ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* ST. HIL.) EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DA COPA, ALTURA TOTAL E ÁREA FOLHADA DA COPA** 374
DETERMINATION OF COMMERCIAL BIOMASS OF (*Ilex paraguariensis* ST. HIL.) AS FUNCTION CROWN DIAMETER, TOTAL HIGH AND CANOPIES
Frederico Dimas Fleig, Paulo Renato Schneider, César Augusto Guimarães Finger
- MÉTODO DE DERIVAÇÃO DO VOLUME EM BIOMASSA E CARBONO: UMA APLICAÇÃO EM *Platanus X acerifolia* (AITON) WILD.** 381
METHOD OF VOLUME DERIVATION FOR BIOMASS AND CARBON: AN APPLICATION IN *Platanus x acerifolia* (AITON) WILD.
Paulo Renato Schneider, César Augusto Guimarães Finger, Juarez Martins Hoppe, Valni Giacomelli Sobrinho, Paulo Sérgio Pigatto Schneider
- ASPECTOS FLORÍSTICOS E FITOSSOCIOLÓGICOS DE FORMAÇÕES FLORESTAIS EM ESTÁGIO SUCESSIONAL SECUNDÁRIO NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL, RIO GRANDE DO SUL, RS.** 389
FLORISTIC AND PHYTOSOCIOLOGICAL ASPECTS OF THE FORMATIONS IN STAGE OF SUCCESSION SECONDARY IN THE MIXED OMBROPHYLOUS FOREST IN THE CITY OF CAXIAS DO SUL, RIO GRANDE DO SUL.
Adelaide Juvena Kegler
- QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA E DO CARBONO NOS RESÍDUOS DA COLHEITA DE UMA FLORESTA DE *Pinus elliottii* ENGELM. AOS 20 ANOS DE IDADE.** 396
BIOMASS AND CARBON QUANTIFICATION IN RESIDUES OF *Pinus elliottii* ENGELM. FROM FOREST CROP TO THE 20 YEARS OF AGE.
Denise Ester Ceconi, Mauro Valdir Schumacher, Igor Poletto, aniel Wappler, Danira Padilha, Darian Girelli, Diógenes Oliveira, Douglas Lazaretti, Eudes Alves, Everton Poelking

UMA ABORDAGEM SOBRE TÉCNICAS DE MANEJO FLORESTAL PARA SERRARIA NA ARACRUZ	403
FOREST MANAGEMENT REGIME FOR SOLIDWOOD PURPOSE AT ARACRUZ: A TECHNICAL APPROACH	
Rute Berger, Romualdo Maestri, Teotônio Francisco de Assis	
QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA E DO CARBONO NO RESÍDUO DE UMA FLORESTA DE <i>Eucalyptus grandis</i> AOS 11 ANOS DE IDADE EM DIFERENTES INTENSIDADES DE COLHEITA	409
QUANTIFICATION OF THE BIOMASS AND OF THE CARBON IN THE RESIDUE OF A FOREST OF <i>Eucalyptus grandis</i> TO THE 11 YEARS OF AGE IN DIFFERENT HARVEST INTENSITIES	
João Viane M. da Silva, Gelson Pase Dal Ross, Fernando Ginepro, Fabrício Steffens, João Ângelo Vivian, Marcos Bortolas, Marcos Lorenzon, Filipe Marcel Vargas, Juliana Stefanelo, Mauro Valdir Schumacher	
PALESTRAS / LECTURES:	
POLITICAS Y ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO FORESTAL SOSTENIBLE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE - EL PAPEL DE LA FAO	413
Carlos Marx Ribeiro Carneiro	
MICRO-MEIDIÇÕES DO CRESCIMENTO DE ÁRVORES, USO DE DENDRÔMETROS, MÉTODOS, APLICAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS	421
MICRO-MEASUREMENT OF TREE GROWTH, USE OF DENDROMETER BANDS, METHODS, APPLICATION AND INTERPRETATION OF RESULTS	
Franz H. Andrae	
PLANO DE MANEJO, INVENTARIO E REGIME SUSTENTADO	429
MANAGEMENT PLANING, FOREST INVENTORY AND SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT SYSTEMS	
Otto Eckmüllner	
GESTÃO DE SISTEMAS SILVIPASTORIS NO RIO GRANDE DO SUL: DESEMPENHO ANIMAL	436
ANIMAL PERFORMANCE ON SILVOPASTORAL SYSTEMS IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL	
João C. Saibro, Zélia M. S. Castilhos, Jamir L.S.da Silva, Alexandre C. Varella, Neide M. Lucas, José F. Savian	
EXPERIENCIAS SOBRE MANEJO SILVOPASTORIL EN MISIONES Y NE DE CORRIENTES, ARGENTINA	450
EXPERIENCES ON SILVOPASTORAL MANAGEMENT IN MISIONES AND NE OF CORRIENTES, ARGENTINA	
Fassola H. E., Lacorte S.M., Pachas N., Keller A.	
LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES: UNA OPCIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD AGROFORESTAL Y GENERAR SERVICIOS AMBIENTALES.	461
Jairo Mora Delgado, Celia A. Harvey	
DESARROLLO DE UN MERCADO SUSTENTABLE BASADO EN LA ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO FORESTAL	464
Sergio Guzmán Rojas	

PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA ENERGIA DE *Eucalyptus grandis* EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS NA REGIÃO DE RIO PARDO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.

PRODUCTION OF WOOD FOR ENERGY OF *Eucalyptus grandis* IN DIFFERENT SPACINGS IN THE AREA OF RIO PARDO, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL.

Paulo Renato Schneider¹ Juarez Martins Hoppe² Jorge Antônio Farias³
Cesar Augusto Guimarães Finger⁴ Paulo Sérgio Pigatto Schneider⁵

RESUMO

Neste trabalho, foi estudada a influência do espaçamento inicial sobre o crescimento em volume total com casca por hectare de *Eucalyptus grandis*. O experimento foi instalado, em agosto de 1992, no município de Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brasil, em área de propriedade da Associação dos Fumicultores do Brasil. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e doze tratamentos, definidos por espaçamentos variando de 1 x 1 m até 3 x 4 m. Os resultados obtidos permitiram concluir, aos oito anos de idade, que: a produção com casca por hectare apresentou diferença significativa entre os espaçamentos testados, para uma probabilidade de 0,0001 maior que F; a produção com casca por hectare foi fortemente afetado pela densidade populacional; a produção de madeira com casca por hectare foi inversamente proporcional ao espaço vital disponível para as plantas, porém com diâmetro médio menor. A maior produção de madeira com casca de 698,5 m³/ha foi obtida no espaçamento de 1,0 x 1,0m (1,0 m²) e a menor no espaçamento de 3,0 x 4,0m (12 m²) com 323,8 m³/ha, aos oito anos de idade.

Palavras-chave: produção, espaçamento, *Eucalyptus grandis*.

ABSTRACT

In this work, it was studied the influence of the initial spacing on the growth in total volume with bark for hectare of *Eucalyptus grandis*. The experiment was installed, in August of 1992, in the municipal district of Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brazil, in area of property of the Association of Fumicultores of Brazil. The used statistical delineamento was it of blocks to the maybe, with three repetitions and twelve treatments, defined for spacing varying of 1 x 1 m up to 3 x 4 m. The obtained results allowed to end, to the eight years of age, that: the production with bark for hectare presented significant difference among the tested spacing, for a probability of 0.0001 larger than F; the production with bark for hectare; affected strongly by the population density; the wood production with bark for hectare was inversely proportional to the available vital space for the plants, however with smaller mean diameter. The largest wood production with bark of 698.5 m³/ha was obtained in the spacing of 1.0 x 1.0 m (1.0 m²) and the smallest in the spacing of 3.0 x 4.0m (12 m²) with 323.8 m³/ha, to the eight years of age.

Key words: yield, spacing, *Eucalyptus grandis*.

INTRODUÇÃO

O aumento da demanda da madeira como fonte de energia e matéria-prima para as indústrias de celulose e papel, fez aumentar a necessidade de implantação de florestas de ciclo curto, para a produção de madeira de forma racional e econômica, como alternativa de equilíbrio à reposição da produção existente. Para isto, tornou-se indispensável a adoção de técnicas de implantação e manejo mais eficientes, para a obtenção de povoamentos mais produtivos e que satisfaçam economicamente as condições de exploração.

Mesmo assim, a implantação de florestas não deve estar voltada somente para obtenção de um alto volume de madeira, mas é necessário, também, que este volume seja de um material adequado a sua utilização, proporcionando um

¹ Dr., Prof. Tit. do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 97960-600 Santa Maria, RS. E-mail: paulors@smail.ufsm.br

² Dr., Prof. Adj. do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 97960-600 Santa Maria, RS. E-mail: hoppe@ccr.ufsm.br

³ Engº. Florestal, AFUBRA, Rua Julio de Castilhos 1031, Santa Cruz do Sul, RS. E-mail: farias@afubra.com.br

⁴ Dr., Prof. Adj. do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 97960-600 Santa Maria, RS. E-mail: hoppe@ccr.ufsm.br

⁵ Acadêmico de Engenharia Florestal, UFSM, 97960-600 Santa Maria, RS.

máximo retorno do investimento. Aliados a este problema são importantes os estudos para obter uma maior e melhor produção de madeira, adequando os espaçamentos de forma mais conveniente.

Segundo Hillis & Brown (1984) a maioria das espécies de *Eucalyptus* de rápido crescimento são intolerante a competição, ocorrendo uma rápida segregação da população em estratos dominantes, codominantes e dominados. Isto ocorre, segundo Andrae (1978), devido a necessidade das plantas de consumir luz, água, nutrientes, CO₂ e ocupar espaço, fazendo com que entrem em concorrência na busca destes elementos, vencendo aqueles indivíduos que apresentam a maior vitalidade. Porém, algumas espécies respondem de forma diferente em relação ao espaçamento de plantio, umas necessitam mais que outras de espaço vital para o desenvolvimento da área de suas copas.

Smith apud Mello et al. (1971), que estudou a densidade populacional de povoamentos florestais, estabeleceu que o mínimo ideal de árvores por unidade de área, deve ser determinado pela quantidade que deve crescer tirando o melhor e maior proveito dos fatores de crescimento, produzindo o maior volume de produtos com dimensões, forma e qualidades mais convenientes. As principais alterações que podem ocorrer na qualidade da madeira estão, geralmente, associada ao aumento do número e dimensão dos nós, proporção de casca que, por sua vez, são decorrentes de diferenças na densidade. As alterações na densidade e, conseqüentemente, nas demais propriedades físicas e mecânicas podem estar associadas com variações no desenvolvimento da copa, competição por nutrientes, variações na eficiência para realização de fotossíntese e conseqüente alteração na taxa de crescimento (Brazier, 1977 e Larson, 1967).

Um estudo de espaçamento para *Eucalyptus* sp., realizado por Guimarães (1961), com variação de 1,0 x 1,0 m até 3,0 x 2,0 m, constatou que o número de árvores eliminadas pela concorrência aumentava com a densidade dos povoamentos, tendo sido maior nos povoamentos de menor espaçamento. Observou que a sobrevivência do *E. saligna*, aos 8 anos de idade, foi influenciada pelo espaçamento. Nos espaçamentos inferiores a 2 m²/planta a sobrevivência foi da ordem de 38% e nos maiores que 4,5 m²/planta foi de aproximadamente 56%. Da mesma forma, Chaves (1997) estudando a influência do espaçamento de plantio na produção de *Eucalyptus grandis*, observou que a redução do espaçamento pelo aumento da lotação inicial, propiciou um aumento da porcentagem de falhas e uma redução dos valores de variáveis individuais como altura, diâmetro e volume por árvore, mas com um aumento dos valores de área basal e o volume por hectare, porém, com aumento muito grande do espaçamento não resultou em aumento na produtividade.

Da mesma forma, Andrade apud Resende (1981) e Guimarães (1975), estudaram vários espaçamentos quadrado ou retangular em *Eucalyptus* sp., concluíram que as maiores produções volumétricas eram obtidas nos menores espaçamento, mas recomendam espaçamentos de 2,5 x 2,5 m ou 3,0 x 1,5 m, devido a maior taxa de retorno de capital investido. Com o mesmo objetivo, Mello et al.(1971) estudaram dois espaçamentos de 3,0 x 2,0 m e 3,0 x 1,5 m, para quatro espécies de eucaliptos, concluíram que para a maioria das espécies, o maior volume de madeira empilhada de toras de grande dimensões foi obtido nos maiores espaçamentos.

Para o mesmo objetivo, Klein e Freitas (1988) estudaram a influência do espaçamento em *Eucalyptus saligna* na produção de madeira para celulose, aos 7 anos de idade, concluíram que os espaçamentos não influenciaram significativamente o rendimento volumétrico em casca, porém no espaçamento de 2,0 x 2,0 m foi obtido 861,87 m³/ha e no de 3,0 x 2,0 de 760,83 m³/ha, ou seja uma diferença de 101,0 m³/ha. Por outro lado, o espaçamento mais amplo, de 6 m²/planta, apresentou o maior diâmetro e significativamente superior aos tratamentos mais apertados, de 4 e 4,4 m²/planta. Ainda, os espaçamentos não provocaram alterações significativas no culminio dos incrementos médio anual em altura e diâmetro.

Para estabelecer um espaçamento de plantio adequado, é preciso pesar os prós e contras e definir qual o que produz maior rendimento em uma região, de acordo com os valores obtidos dos sortimentos produzidos pela floresta. De acordo com Patiño-Valera apud Valeri et al. (1997), a recomendação de espaçamento não deve ser generalizada, uma vez que o espaçamento ótimo é aquele capaz de produzir o maior volume de produto em tamanho, forma e qualidade desejáveis, de acordo com a espécie, sítio e potencial genético.

Segundo Aguerre et al. (1995), na Argentina, as densidade de plantações mais freqüentes são de 1.000 a 1.100 plantas/ha, em configurações quadradas e retangulares de 3 x 3 m ou 4 x 2,5 m, respectivamente. Com estes espaçamentos obtém madeira com diâmetro para serraria, em rotações de 10 a 12 anos. Mencionam que nas florestas mais antigas foram utilizados espaçamentos de 2,5 x 2,5 m. Por outro lado, em regimes de rotação curta, para a produção de madeira para celulose, energia e minas, são utilizadas densidades iniciais altas para ocupar rapidamente o sítio, maximizar o volume e compensar perdas de plantas em rotações sucessivas.

Vidal & Dela Lucia (1987) estudando o efeito do espaçamento na produção em peso e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla*, aos 52 meses de idade, constataram que os espaçamentos variando de 1,0 x 1,0 m até 2,0 x 3,0 m não afetaram, ao nível de 5 % de probabilidade, a densidade da madeira e casca, bem como o peso de madeira sem casca, casca e madeira com casca entre as classes de diâmetro.

Monteiro et al.(1984) estudaram a competição de *Eucalyptus dunnii*, em Agúdos no Estado de São Paulo, utilizando vários espaçamentos iniciais, concluíram, aos 7,25 anos de idade, que o espaçamento que propiciou a maior produção volumétrica foi o de 2,5 x 2,5 m, com 271,9 m³, a menor produção no de 2,0 x 2,0, com 237,6 m³, o maior diâmetro médio de 16,88 cm foi obtido no espaçamento de 3,0 x 3,0 m e o menor diâmetro de 11,35 cm no de 2,0 x 2,0 m.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi instalado, em agosto de 1992, no município de Rio Pardo, no Rio Grande do Sul, Brasil, em área de propriedade da Associação dos Fumicultores do Brasil (AFUBRA).

A área do estudo localiza-se entre as coordenadas geográficas de 30° 20' de latitude sul e 51° 31' de longitude oeste do meridiano de Greenwich, a uma altitude de, aproximadamente, 100 m acima do nível médio do mar.

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo Cfa, com temperatura média dos meses mais quente em torno de 25,1°C, temperatura média dos meses mais frio de 14,1°C e a precipitação média anual em torno de 1699 mm (Moreno, 1961).

De acordo com Lemos (1973), o solo da área é argilosos, profundos, de coloração avermelhada em toda a extensão do perfil, bem drenados e derivados de siltitos finos. Apresentam limitações pela baixa fertilidade natural, sendo fortemente ácidos, com saturação de bases baixa, relativamente pobres em nutrientes, com teores de alumínio trocável ponderáveis.

A espécie utilizada no experimento foi o *Eucalyptus grandis*, sendo as mudas produzidas por sementes, repicadas para recipientes de laminados, no viveiro da AFUBRA, localizado próximo a área do experimento.

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições e doze tratamentos. Os tratamentos foram definidos pelos espaçamentos de: 1 x 1 m (1 m²); 1 x 1,5 m (1,5 m²); 2 x 1 m (2 m²); 2 x 1,5 m (3 m²); 2 x 2 m (4 m²); 2 x 2,5 m (5 m²); 2,5 x 1,5 m (3,75 m²); 2,5 x 2,5 m (6,25 m²); 3 x 2 m (6 m²); 3 x 2,5 m (7,5 m²); 3 x 3 m (9 m²); e 4 x 3 m (12 m²).

As parcelas possuíam dimensões semelhantes, com variações para permitir acomodar um mínimo de indivíduos implantados nos espaçamentos utilizados, e que permitisse no final do experimento um número mínimo de observações por tratamento, sem prejudicar a análise estatística.

Antes da implantação, a área do experimento sofreu um preparo de solo, com uma aração seguida de uma gradagem leve, realizada com trator agrícola. No plantio das mudas foi aplicado uma adubação com nitrato de cálcio. Durante a condução do experimento foram realizados tratamentos culturais normais, como: capinas, roçadas, coroamentos e combate à formiga. As medições das parcelas do experimento foram realizadas anualmente, sendo medidos os diâmetros à altura do peito e altura total das árvores das parcelas. Além disso, foram feitas observações sobre o estado sanitário das plantas, falhas e danos bióticos e abióticos eventuais.

O volume das parcelas foi obtido com a utilização de equações de produção de madeira com casca por hectare, definidas para a espécie e região por Schneider et al. (1988).

A modelagem da produção de madeira por hectare foi realizada pelo procedimento de regressão Forward, com o auxílio do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise de variância da produção de madeira

Na Tabela 01 são apresentados os resultados da análise de variância da produção total de madeira com casca por hectare como uma função do espaçamento inicial.

TABELA 01: Análise de variância da produção total de madeira com casca por hectare em função do espaçamento, aos oito anos.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.> F
Blocos	2	2171,52	1085,76	0,27	0,7668
Tratamentos	11	333568,98	30869,90	7,64	0,0016
Resíduo	22	88888,54	4040,39		
Total	35	430629,04			

Sendo: GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F; Prob. = probabilidade.

Observa-se na Tabela 01 que houve uma diferença significativa da produção de madeira em função dos diferentes tratamentos de espaçamentos utilizados no experimento, para uma probabilidade de significância de 0,0016 maior que o valor de F de 7,64. Também, verifica-se que não houve diferença significativa entre os blocos, indicando ter havido homogeneidade entre os mesmos.

A comparação das médias de produção total de madeira com casca por hectare para os diferentes tratamentos de espaçamento, feita através do método de Duncan a 0,05 % de probabilidade de significância, indicou que os tratamentos com espaçamento de 1,0 x 1,0 m (1,0 m²) à 2,0 x 2,0 m (4,0 m²) não diferiram estatisticamente entre si; o mesmo ocorreu com os tratamentos com espaçamento de 2,0 x 1,0 m (2,0 m²) à 2,5 x 2,5 m (7,5 m²); igualmente, os espaçamentos de 2 x 2,5 m (5,0 m²) à 3,0 x 3,0 m (9,0 m²) não diferiram entre si; por outro lado, verificou-se que

espaçamentos com espaço vital de 9,0 m² à 12,0 m² não diferiram estatisticamente entre si; no entanto, verificou-se a ocorrência de uma grande variação de produção de madeira entre os tratamentos de espaçamento.

Os tratamentos com espaçamentos iniciais mais reduzidos, com menor espaço vital entre os indivíduos, apresentaram maior produção de madeira com casca por hectare do que os mais amplos, aos oito anos de idade. A maior produção de madeira com casca foi de 698,5 m³/ha foi obtida no espaçamento de 1,0 x 1,0m (1,0 m²) e a menor no espaçamento de 3,0 x 4,0m (12 m²) com 323,8 m³/ha, aos oito anos de idade, como pode ser observado na Figura 01.

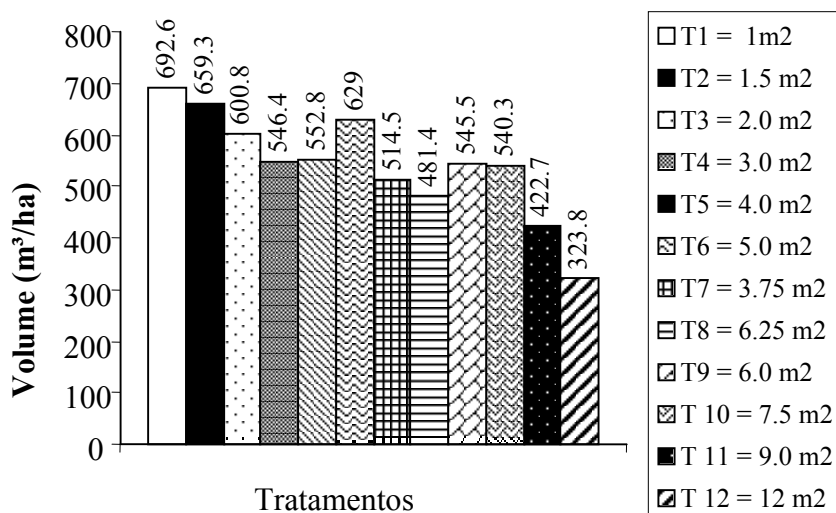


FIGURA 01: Produção de madeira com casca em metros cúbicos por hectare em função do espaçamento aos oito anos de idade

Produção de madeira em função da idade e espaço vital

Na Tabela 02 é apresenta os resultados estatísticos por passo da modelagem da equação de produção em metros cúbicos com casca por hectare em função das variáveis idade e espaço vital em metros quadrados entre as árvores, simuladas para variáveis independentes na forma original, inversa, quadrática e logarítmica.

Na modelagem da equação de produção de madeira com casca em metros cúbicos por hectare, no passo 1, a variável independente selecionada foi o idade (t), tendo seu coeficiente apresentado um erro padrão igual a 0,0130 e um F de 444,3, significativo para uma probabilidade de 0,0001 maior que F. No passo 2, houve a inclusão da variável independente espaço vital (EV), tendo seu coeficiente apresentado um erro padrão igual a 0,0017 para um F de 845,2, significativo para uma probabilidade de 0,0001 maior que F. No passo 3, houve a inclusão da variável independente definida pelo inverso do espaço vital (1/EV), tendo seu coeficiente apresentado um erro padrão igual a 0,0835 para um valor e F de 4,5, com probabilidade de significância muito baixa, de apenas 0,0231. Devido a isto, esta variável (1/EV), incluídas no passo 3, foi excluída do modelo.

TABELA 02: Parâmetros estatísticos da modelagem da equação de produção de madeira com casca em metros cúbicos por hectare

Passo	Variável Ind.	B _j	SyxB _j	F _{Bj}	Prob.>F	R ²	Syx
1	Intercepto	4,0909	0,803	2591,8	0,0001	0,7199	0,2473
	t	0,2747	0,0130	444,3	0,0001		
2	Intercepto	4,3581	0,0347	15711,9	0,0001	0,9504	0,1029
	t	0,2805	0,0054	2656,2	0,0001		
	EV	-0,0486	0,0017	845,2	0,0001		
3	Intercepto	4,1751	0,0445	8768,7	0,0001	0,9558	0,0946
	t	0,2833	0,0050	3192,9	0,0001		
	EV	-0,0396	0,0021	331,8	0,0001		
	1/EV	0,4906	0,0835	4,5	0,0231		

Sendo: t = idade em anos; EV = espaço vital em m²; B_j = coeficientes; SyxB_j = erro padrão dos coeficientes; F_{Bj} = valor de F dos coeficientes; R² = coeficiente de determinação; Syx = erro padrão da estimativa.

O modelo foi então definido no passo 2, sendo expresso por: $\ln VT = 4,3581 + 0,2805 * t - 0,0486 * EV$. Onde: VT = produção de madeira com casca por hectare; t = idade em anos; EV = espaço vital em metros quadrados. Este modelo apresentou um coeficiente de determinação de 0,9504, indicando um bom ajuste da variável dependente em função das variáveis independentes idade e espaço vital, e um erro padrão da estimativa baixo de 0,1029, que possibilita estimar valores de produção de madeira com casca por hectare com baixo erro.

Na Figura 02 são apresentadas a simulação da tendência de crescimento da produção de madeira com casca por hectare, que apresentam a forma de uma parábola invertida, tendo sido fortemente afetada pela densidade populacional. Observa-se que as maiores produções de madeira foram obtidas em espaçamentos mais reduzidos, porém com diâmetros médios menores, e as menores produções de madeira nos espaçamentos mais amplos, porém com diâmetro maiores.

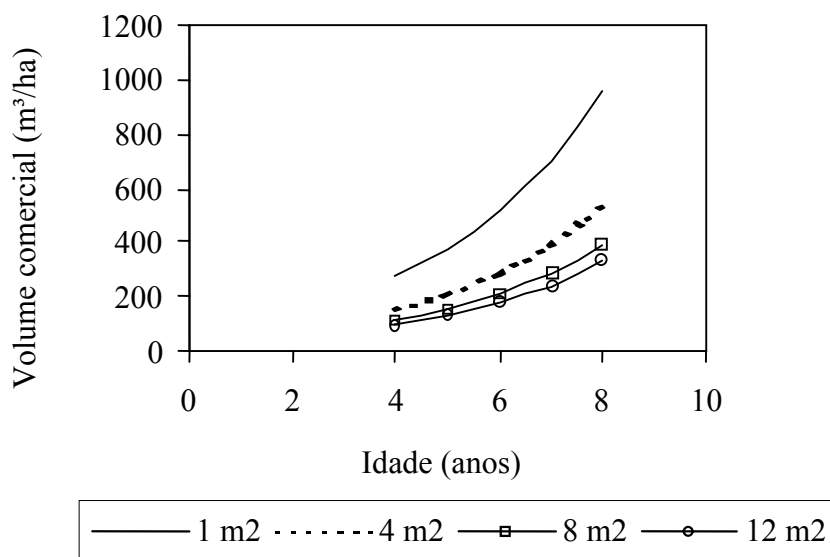


FIGURA 02: Simulação da produção de madeira com casca por hectare em função da idade e espaço vital.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram concluir que: a produção de madeira com casca por hectare apresentou diferença significativa entre os espaçamentos a uma probabilidade de 0,0001 maior que F; o crescimento da produção de madeira com casca por hectare foi fortemente afetada pela densidade populacional; as produções de madeira com casca foram inversamente proporcional a grandeza dos espaçamentos, sendo maior nos espaçamentos mais amplos que nos reduzidos, porém com diâmetro médio menor; a definição final do melhor espaçamento a ser recomendado para reflorestamentos desta espécie, com o objetivo de produzir matéria-prima para energia, demanda ainda de uma análise de sensibilidade econômica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUERRE, M.; CARPINETI, L.A.; DALLA TEA, F.; DENEGRI, G. et al. Manual para produtores de eucaliptos de la Mesopotamia Argentina. Concordia: INTA. 1995. 162p.
- ANDRAE, F. H. **Ecologia florestal**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 1978, 230p.
- BAZIER, J. D. The effect of forest practices on quality of the harvested crop. **Forestry**. v.50, n.1, p.49-66. 1977.
- CHAVES, R., Espaçamento em *Eucalyptus*. **Anais...** Conferência IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos. V. 3, Silvicultura, produtividade e utilização de eucaliptos, Salvador, Brasil, 24 - 29 de agosto, 1997, p.180 - 185.
- GUIMARÃES, R. F. Ensaio de espaçamento em *Eucalyptus saligna* Sm. para produção de lenha. Serv. Flor. CIA Paulista Estrada Ferro Boi., 6. 42p. 1961.
- GUIMARÃES, R. F. Ensaio de espaçamentos em *Eucalyptus saligna*, para produção de lenha. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**, Rio de Janeiro, n.9, v.9:, p.144-72, 1975.
- HILL, W. E.; BROWN, A. G. **Eucalyptus for wood production**. Melbourne: Casino, 1978, 433p.

KLEIN, L.E.M.; FREITAS, A.J.P. Influência do espaçamento na produção de madeira de *Eucalyptus saligna* Smith. Congresso Florestal Estadual, 6, Nova Prata, RS. Nova Prata: v.1, 1984. **Anais...** p.479- 492.

LARSON, P.R. Silviculture control of the characteristics of wood used for urnish. In: Fourth forest biology conference. Quebec, 1967. **Proceedings**, Quebec, TAPPI, 1967. p.143-161.

LEMONS, R. C.; AZOLIN, M. D.; ABRAÃO, P. V. R.; SANTOS, M. C. L. Levantamento e Reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul. Recife: Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias – Divisão de Pesquisas Pedológicas, 1973, 431p. (Boletim Técnico, 30)

MELLO, H. A.; SIMÕES, J. A.; SORR, J.M.; COUTO, H.T.Z. Influência do espaçamento na produção de madeira de eucalipto em solos de cerrado. **IPEF**, Piracicaba, n.2/3, p.3-30, 1971.

MONTEIRO, R.F.R.; CORDEIRO, J. A.; KIKUTI, P. Competição entre espaçamentos com *Eucalyptus dunnii* Maiden. Congresso Florestal Estadual, 5, Nova Prata, RS. Nova Prata: v.2, 1984. **Anais...** p.409-421.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961, 42p.

RESENDE, G. C. et alii. Novas técnicas de espaçamento para *Eucalyptus spp*. **IPEF**, Piracicaba, 1981, 8p. (Circular Técnica, 130).

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; MENEZES, C. F.; KLEIN, J. E. M. Fundamentos de planejamento da produção para o manejo florestal de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden e *Eucalyptus saligna* Smith. Santa Maria: CEPEF/FATEC/UFMS, 1988, 179 p.

VALERI, S. V.; ISMAEL, J. J.; VALLE, C. F.; ALVARENGA, S. F. Produção de madeira para celulose e energia de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos quatro anos de idade em função da densidade de plantio. **Anais...** Conferência IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos. v.3, Silvicultura, produtividade e utilização de eucaliptos, Salvador, Brasil, 24 a 29 de agosto, 1997, p.311- 314.

VITAL, B.R.; DELLA LUCIA, R.M. Efeito do espaçamento na produção em peso e na qualidade da madeira em *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* aos 52 meses de idade. **Revista Árvore**. v.11, n.2, p.132-145. 1987.

MODELOS DE ESTIMATIVA DE BIOMASSA PARA PINHAS DE *Pinus pinaster* AITON.

BIOMASS ESTIMATE MODELS FOR CONES OF *Pinus pinaster* AITON.

Fabrina Bolzan Martins¹ Manuel Fernando de Miranda Páscoa² Joel Cordeiro da Silva³

RESUMO

O presente trabalho foi concebido com os objetivos de quantificar a componente pinha, da biomassa arbórea, e avaliar diversos modelos para sua estimativa determinando o melhor a ser utilizado para estudos de biomassa. Para tanto, escolheu-se o *Pinus pinaster* Aiton, devido sua importância tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo para Portugal. Como estudo de caso escolheram-se quatro talhões da Mata Nacional de Leiria, localizada no Distrito de Leiria – Portugal, nas seguintes coordenadas geográficas: 39° 42' 45" e 39° 52' 45" de latitude norte e 9° 02' 15" e 9° 10' 15" de longitude oeste. Para a componente pinha, foram ajustados diversos modelos não lineares, sendo que foi selecionado o modelo que apresentou melhor qualidade no ajustamento, tendo em atenção alguns indicadores da qualidade do ajustamento (R^2 , teste t, resíduos). Para tal ajustamento, fez-se o uso do método dos mínimos quadrados utilizando o procedimento MODEL do SAS 8.01 (SAS Institute). O método descrito permitiu obter equações de predição harmonizadas de biomassa para as pinhas, tendo os testes de ajustamento demonstrado boa qualidade.

Palavras-chave: pinhas, modelo de estimativa, biomassa florestal, *Pinus pinaster*.

ABSTRACT

The present work was conceived with the objectives of quantifying the component cones, of the arboreal biomass, and to evaluate several models for its estimate determining the best to be used in biomass studies. *Pinus pinaster* Aiton, was chosen due qualitative and quantitative importance. Data were collected in four areas of Mata Nacional de Leiria, in the district of Leiria – Portugal (39° 42' 45" and 39° 52' 45" North; 9° 02' 15" and 9° 10' 15" West). For component cones, several non-linear models were adjusted, and it was selected the model have presented better quality in the adjustment, take into consideration some indicators of quality (R^2 , test t, residues). For the adjustment was used the method of the minimum square using the procedure MODEL of SAS 8.01 (SAS Institute). The described method allowed to obtain harmonized prediction equations of biomass for cones, and the tests of adjustment have demonstrated good quality.

Key words: cones, estimate model, forest biomass, *Pinus pinaster*.

INTRODUÇÃO

A quantificação da biomassa, principalmente em espécies florestais, vêm ganhando cada vez mais importância e são executados com propósitos variados conforme Teixeira (1976), Magalhães (1993), Ribeiro & Madeira (2003), Golley *et al.* (1978) entre outros. Contudo torna-se imprescindível além de quantificar, elaborar e ajustar modelos que sirvam de predição para biomassa.

Para Martins (2004) o procedimento comum neste tipo de trabalho é o recurso à regressão. Após a seleção das árvores a amostrar procede-se ao correspondente abate e à determinação da biomassa da componente considerada da árvore, como neste caso as pinhas. Posteriormente são ajustadas regressões para a componente em questão e variáveis biométricas da árvore.

Parresol (1999) revê e propõe novos procedimentos para estimar os diversos componentes da biomassa das árvores com base em regressão linear, os quais asseguram a compatibilidade das equações. Porém, Parresol (2001) afirma que procedimentos semelhantes para o ajustamento de modelos não lineares, asseguram uma maior confiabilidade nas estimativas das equações de biomassa.

Devido a importância das pinhas na biomassa restituída, ou seja, a quantidade dos resíduos referente as operações florestais e tratos silviculturais dentro do sistema florestal, este trabalho teve como objetivo estimar modelos não lineares de predição para a biomassa das pinhas, utilizando o método dos mínimos quadrados.

¹ Acadêmica de Graduação do Curso de Engenharia Florestal – Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria.CEP: 97105-900 Santa Maria (RS). E-mail:fabrina@mail.ufsm.br

² Professor Titular Dr. Escola Superior Agrária de Coimbra. Bencanta: 3040-316 Coimbra (PT).

³ Aluno do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria.CEP: 97105900 Santa Maria (RS).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Vertentes que regem o estudo da biomassa

Para Teixeira (1976), o desenvolvimento econômico de um país é inseparável do conjunto natureza e energia e das características das diversas atividades da vida nacional. A situação sobre o consumo e a demanda de energia no mundo é uma das causas mais polêmicas da atualidade, pois o homem no interesse de aumentar cada vez mais a capacidade de produção está procurando processos de utilização direta de certas formas de energia por conversão prévia de outras formas menos acessíveis ou adequadas.

Por outro lado, o estudo da biomassa florestal não deve ficar apenas restrito a fins energéticos. Segundo Ribeiro & Madeira (2003), a decomposição dos componentes da parte aérea da biomassa florestal é a de maior importância para o ciclo de nutrientes nos ecossistemas florestais. Os nutrientes devolvidos anualmente pela queda de biomassa, e reciclados através do solo, constituem um fator de primordial importância para elevar o nível de fertilidade da floresta e também para a produção florestal sustentável, uma vez que a floresta em equilíbrio reduz ao mínimo a saída de nutrientes do ecossistema, através da interação do solo com a vegetação (Poggiani, 1981).

No manejo de uma floresta é importante que seja quantificado o material excedente dos tratamentos silviculturais e de operações florestais, principalmente devido a crescente procura de recursos energéticos renováveis. Silva et al. (1973) garantem que cada vez mais é necessário ter a noção do valor em termo de energia das pinhas, bicadas e outros resultantes das árvores vivas e também das desramas, desbastes e cortes finais, que normalmente não são utilizadas ficando sobre o solo, constituindo inclusive verdadeiros focos de incêndios florestais.

Outro importante fator que impulsiona o estudo da biomassa é o seqüestro de carbono. Para a Fundação Brasileira Para O Desenvolvimento Sustentável (2003), atualmente o plantio de florestas tem sido recomendado como uma das medidas para se evitar, ou pelo menos diminuir, o efeito de estufa causado pelo aumento das concentrações de gás carbônico na atmosfera terrestre, uma vez que está comprovada a importância dos setores florestais e agrícolas como sumidouro de CO₂ e a facilidade do carbono orgânico ficar retido, em grande parte, na biomassa arbórea e na matéria orgânica.

Modelos matemáticos

De acordo com Vanclay *apud* Lopes (2001), um modelo pode ser expresso de forma verbal (por exemplo, uma descrição) ou de forma material (por exemplo, uma tabela). Um modelo matemático é semelhante a um modelo verbal, mas utiliza uma linguagem matemática para representar um determinado aspecto da realidade, que é mais exata e menos ambígua que a linguagem verbal.

Para tanto existem diversos tipos de modelos, um para cada objetivo de estudo. Por exemplo, há modelos de crescimento e produção, os quais permitem simular a dinâmica de um povoamento, de modo a prever a sua produção ao longo do tempo, sob hipóteses de exploração alternativas ou sujeito a agentes físicos e bióticos distintos (Tomé, 1991). Páscoa (1987) salienta que, devido a sua natureza em inferir resultados correspondentes a vários períodos de crescimento sujeitos a restrições pré estabelecidas, é conferido um papel de destaque como instrumentos fundamentais para uma correta gestão e ordenamento de povoamentos florestais.

Os modelos de crescimento são, atualmente e sobretudo, sistemas de equações matemáticas que permitem a predição do crescimento e produção de um povoamento, mediante determinadas condições que devem sempre apresentar duas características importantes: (1) precisão, já que as previsões devem ser as mais precisas possíveis; e (2) flexibilidade (Tomé, 1991).

Espécie *Pinus pinaster* Aiton

As características dos solos de uso não agrícola, bem como as características climáticas de Portugal, ditaram que a maior proporção da sua área seja ocupada pelo *Pinus pinaster* Aiton, espécie que pelas suas características de rusticidade e pioneirismo, se adapta com facilidade.

Pinus pinaster, conhecido popularmente por pinheiro bravo, é uma espécie nativa do território português. Sua importância pode ser, de fato, constatada por autores como Gomes *et al.* (1999), Figueiredo & Almeida (1996), Oliveira (1999), entre outros, que a referem como sendo a mais importante espécie de produção lenhosa da área florestal portuguesa, sendo que atualmente ocupa 976 mil hectares, ou seja, 30% da área florestal, distribuídos em todos os distritos, sejam eles povoamentos puros, ou mistos (DGF, 2003). É o principal sustentáculo da indústria consumidora de madeiras, possuindo diversas utilizações como: carpintaria, cofragem, marcenaria interior, parques, molduras elétricas, caixotaria, postes, moirões, pasta de papel, aglomerados, construção civil e naval, esteio de minas e combustível entre outras (Aveiro, 1996).

MATERIAL E MÉTODO

O local de estudo foi a Mata Nacional de Leiria, principal floresta portuguesa, a qual apresenta uma área de 11.029 ha, estando compreendida entre as seguintes coordenadas geográficas: 39° 42' 45" e 39° 52' 45" de latitude norte e 9° 02' 15" e 9° 10' 15" de longitude oeste.

Segundo classificação de Köppen, possui clima Csb, constituindo uma zona de equilíbrio entre as condições atlântica e mediterrânea caracterizada por uma precipitação média anual compreendida entre os 700 e 800 mm, que ocorre num período de 75 a 100 dias no ano, concentrados no Outono e Inverno e uma precipitação estival entre os 40–50 mm. A temperatura média do ar oscila entre os 12,5 e os 15° C e a umidade do ar entre 80 e 85% (Oliveira apud Páscoa, 1984). Possui solo arenoso fraco, sendo realizada a implantação desta floresta, principalmente com o propósito de parar com os movimentos das dunas e alavancar a economia no setor florestal.

Na impossibilidade de estabelecer uma amostra em uma área de 11.029 ha, optou-se por escolher quatro talhões (329, 300, 164 e 279), com idades diferentes, os quais geraram uma amostra que permitiu modelar também a biomassa referente às desramas (talhão 300 e 164), desbastes (talhão 329) e corte final (talhão 279).

O número de árvores amostradas foi proporcional à classe de diâmetro encontrada em cada talhão, sendo que foi selecionada pelo menos uma árvore que representasse cada classe de diâmetro. O número de árvores amostradas por talhão pode ser visualizado no Quadro 1, totalizando 26 árvores amostradas.

QUADRO 1: Área e número de árvores amostradas por talhão.

Talhão	Idade (anos)	Área (ha)	Árvores amostradas
164	40	36,35	8
279	83	37,40	7
300	25	36,96	8
329	14	35,76	3

Antes do abate de cada árvore foi feita a sua caracterização biométrica, com a medição das suas variáveis dendrométricas apresentadas no Quadro 2. As alturas foram obtidas com o auxílio do Vertex e o dap com suta de braços. Para maiores detalhes sobre a medição a campo assim como determinação e coleta dos dados, pode-se consultar Martins (2004).

QUADRO 2: Variáveis dendrométricas medidas nas árvores abatidas.

Variável	Descrição	Valor mínimo	Valor médio	Valor máximo
dap	Diâmetro a altura do peito (cm)	13,90	18,42	67,48
ht	Altura total (m)	4,70	16,96	32,50
htr	Altura do tronco (m)	3,70	11,00	24,60
ac	Altura da copa (m)	2,75	6,13	8,15

Das variáveis dendrométricas medidas foram feitas diversas combinações destas, sendo que foi escolhida a combinação envolvendo duas variáveis, que melhor representou a biomassa das pinhas.

Para a componente pinhas, ajustaram-se várias equações não lineares, pelo método dos mínimos quadrados. Para esses ajustamentos utilizou-se o procedimento MODEL do SAS 8.01 (SAS Institute, 2002). As técnicas utilizadas por este procedimento para a determinação das estimativas iniciais dos parâmetros, podem ser encontradas em SAS Institute (2002).

Do conjunto de modelos ajustados selecionou-se o modelo que apresentou a melhor qualidade do ajustamento com base nos testes estatísticos, observando-se os valores dos coeficientes de determinação (R^2) e coeficiente ajustado (R^2_{adj}), a significância do teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade de erro, os resíduos em função dos valores estimados e os valores observados em função dos valores estimados.

O teste t foi estudado pois determina a importância de um coeficiente individual no modelo de regressão. O parâmetro estatístico calculado (t_{cal}), deve ser maior que o tabelado (t_{n-k-1}), onde k é o número de regressores e n é o número de dados tratados. Se $t_{cal} > t_{tab}$, rejeita-se a hipótese nula de não significância do parâmetro, com os níveis de significância indicados em cada regressão apresentada, em geral superando os níveis indicados pela NBR 5.676 de 5% de significância (Dagnelie, 1973).

A hipótese nula testada é a da não-importância do coeficiente, ou seja, se o valor do coeficiente (β_j) é significativamente diferente de zero ou não:

$H_0: \beta_j = 0$, se $t_{cal} \leq t_{tab}$

$H_1: \beta_j \neq 0$, se $t_{cal} > t_{tab}$

Conforme Haiger (1983), testar se $\beta_j = 0$, significa verificar se existe relação entre X_j e Y. Se o coeficiente for

nulo, então a variação de X_j não se reflete em variação de Y . Se não for nulo, existe influência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a biomassa das pinhas, representada por ωp , a melhor combinação das variáveis independentes foram: altura da copa (ac) e altura total (ht). Foram testados diversos modelos não lineares, os quais podem ser visualizados na tabela 1.

Pela análise da qualidade do ajustamento, conclui-se que o modelo 4 é o mais adequado para a estimação da biomassa das pinhas.

Através da análise dos coeficientes de determinação e coeficiente ajustado, conseguiu-se eliminar os modelos 2, 3, 5, 6, 7 e 8, restando os modelos 1 e 4, visto os valores para R^2 e R^2 adj serem mais elevados. Porém no que respeita o teste de Student, opta-se pelo modelo de número 4, visto ser o que apresenta parâmetro significativamente diferente de zero. No caso do modelo 1, o valor de β_0 não é significativamente diferente de zero, no entanto o valor deste parâmetro não é importante para a escolha do modelo. Assim optou-se pelo modelo 4, uma vez que em conjunto com o modelo 1 apresenta resultados mais favoráveis nos testes realizados, tendo a vantagem em relação ao modelo 1 de ter apenas um parâmetro e este ser significativamente diferente de zero. Sendo assim o modelo 4 resulta na equação:

$$\omega p = ac^{(0,049244*ht)}$$

TABELA 1: Estatística dos modelos de estimativa ajustados para biomassa das pinhas (ωp):

Número do modelo	Modelo	R^2	R^2 adj
1	$\omega p = \beta_0 + \beta_1 * ht^2 * ac$	0,7517	0,7413
2	$\omega p = \beta_0 * ht^2 * ac$	0,7025	0,7025
3	$\omega p = \exp^{(\beta_0 + \beta_1 * ac + \beta_2 * \log(ht))}$	0,7223	0,7107
4	$\omega p = ac^{(\beta_0 * ht)}$	0,7318	0,7207
5	$\omega p = ht^{(\beta_0 + \beta_1 * ht)}$	0,6614	0,6473
6	$\omega p = \beta_0 + \beta_1 * ac^2 + \beta_2 * ht^2 + \beta_3 * (1/\sqrt{ht})$	0,6212	0,6024
7	$\omega p = \beta_0 + \beta_1 * dap^2 * ac$	0,7020	0,6814
8	$\omega p = \exp^{(\beta_0 + \beta_1 * (\log(ac))^2 + \beta_2 * \log(ht))}$	0,6819	0,6786

Para a biomassa de pinhas se observa uma dispersão dos dados, porém com relativa proximidade entre os valores, pois os resíduos (parte da variação não explicada pela equação) tem uma variação dentro de um intervalo aceitável. Poder-se-ia ter uma melhor estimativa caso a diferença, entre os valores máximos e mínimos das variáveis preditoras, fosse menor ou houvesse maior número de observações entre esses valores.

Na figura 2, observa-se que para valores estimados menores que 10 Kg houve uma super estimativa (resíduos de valor negativo) e para os valores maiores que 10 Kg houve, de uma maneira geral, subestimativa (resíduos de valor positivo). É importante destacar que todas as equações geradas são válidas para o intervalo de dados observados, ou seja, para o intervalo entre os valores máximos e mínimos das variáveis biométricas utilizadas na regressão para a estimativa da biomassa (vide Quadro 2).

CONCLUSÕES

O modelo que apresentou melhor qualidade no ajustamento foi $\omega p = ac^{(\beta_0 * ht)}$, gerando a equação $\omega p = ac^{(0,049244 * ht)}$.

Os modelos testados no referido trabalho podem servir de base ou como modelos padrões para os demais trabalhos, deixando a critério dos pesquisadores optarem ou não, pela utilização destes e respectivas variáveis independentes.

Houve dificuldade em selecionar o modelo com melhor qualidade no ajustamento para a biomassa das pinhas. Possivelmente, poderia ser obtida uma melhor estimativa, caso se dispusesse de um maior número de dados e também de outras variáveis independentes, para que pudessem ser realizadas novas combinações, mas o fato não invalida a metodologia utilizada.

Será interessante que, em um futuro próximo, estudos semelhantes possam ser feitos em árvores de povoamentos com diferentes classes de qualidade, para que os modelos e equações resultantes possam ser de mais vasta aplicação.

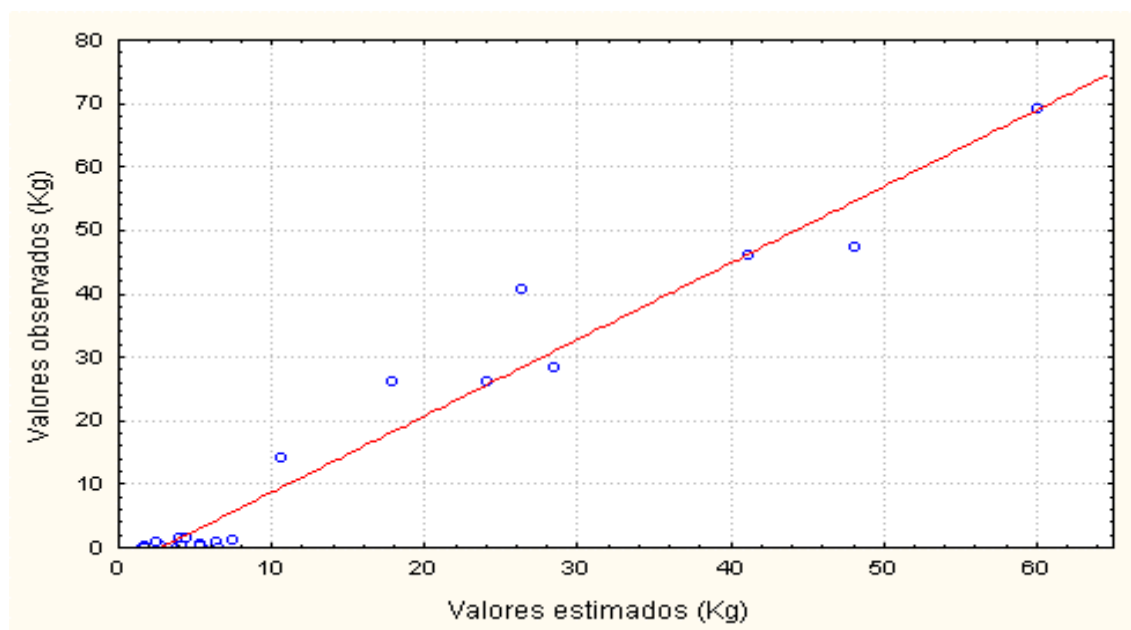


FIGURA 2: Gráfico dos valores observados em função dos valores estimados para biomassa das pinhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVEIRO, S. S. **Comportamento germinativo de várias procedências de *Pinus pinaster* quando submetidas a tratamentos para quebra de dormência.** Coimbra: ESAC, 1996. 51p. Monografia (Estágio profissionalizante) – Escola Superior Agrária de Coimbra. Instituto Politécnico de Coimbra, 1996.
- DAGNELIE, P. **Estatística – Teoria e Métodos.** Lisboa: Europa-América, 1973. v.1, 439 p.
- DGF. Direção Geral das Florestas. Inventário Florestal Nacional - 3ª Revisão. [online]. Lisboa, 2003. Available from www.dgf.min-agricultura.pt/ifn/index.htm.
- FIGUEIREDO, J.P. & ALMEIDA, V.V. de. Ritmo Anual de Crescimento em Circunferência da *Pinus pinaster* (Aiton.) nas Dunas do Litoral - Região de Aveiro. **Silva Lusitana**, v.4, n.2, p. 243-254, 1996.
- FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – O sequestro de CO₂ e o custo de Reflorestamento com *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp [online]. São Paulo, 2003. Available from [www:http://www.fbds.org.br/IMG/rtf/doc-23.rtf](http://www.fbds.org.br/IMG/rtf/doc-23.rtf).
- GOLLEY, F.B., MCGINNIS, J.T., CLEMENTS, R.G., CHILD, I. & DUEVER, J. **Cielagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida.** São Paulo: EPU-EDUSP, 1978. p.
- GOMES, F.; MAIA, J.; RODRIGUES, E.; LOPES, C. Micropropagação do Pinheiro bravo (*Pinus pinaster* Aiton.). **Silva Lusitana**, v.7, n.2, p. 139-152, 1999.
- HAIGER, A. **Métodos Biométricos.** 1. ed. Vila Real: Instituto Universitário de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1983. 127p.
- LOPES, S.C.F. **Modelação matemática da distribuição de diâmetros em povoamentos de pinheiro bravo.** Coimbra, 2001. 102p. Dissertação (Mestrado em Biologia Florestal) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2001.
- MAGALHÃES, R.A.S. dos. **Quantificação e localização da biomassa Florestal.** Coimbra, 1993. 145p. Monografia (Estágio profissionalizante)-Escola Superior Agrária de Coimbra. Instituto Politécnico de Coimbra, 1993.
- MARTINS, F.B. **Estabelecimento de equações de biomassa para *Pinus pinaster* Aiton.** Santa Maria: UFSM, 2004. 92 p. Monografia (Relatório de estágio) – Universidade Federal de Santa Maria, 2004.
- OLIVEIRA, A.C. **Manual de Boas Práticas Florestais para o Pinheiro bravo.** Porto: Editora Centro Pinus, 1999. 32p.
- PÁSCOA, F. **Determinação do volume total em povoamentos de Pinheiro bravo.** Lisboa, 1984. 61p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Técnica de Lisboa, 1984.

_____. **Estrutura, Crescimento e Produção em povoamentos de Pinheiro bravo - Um modelo de Simulação.** Lisboa, 1987. 241p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Técnica de Lisboa, 1987.

PARRESOL, B.R. Assessing tree and stand biomass: A review with examples and critical comparisons. **Forest Science**, v.45, n.4, p.573-593, 1999.

PARRESOL, B.R. Additivity of nonlinear biomass equations. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 31, p.865-878, 2001.

POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes e manutenção da produtividade da floresta plantada. In: PENEDO, W.R. (Ed.), Gaseificação da matéria e carvão vegetal. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de MG./CETEC., 1981. 1v. (Série de Publicações Técnicas, v.4).

RIBEIRO, C. & MADEIRA, M. Decomposição e libertação de nutrientes de agulhas de *Pinus pinaster* na região Centro Litoral de Portugal. In: ENCONTRO ANUAL SOCIEDADE PORTUGUESA DE CIÊNCIA DO SOLO, 6., 2003, Coimbra. **Anais...**Coimbra, 2003. p.110.

SAS INSTITUTE CORPORATION. **The SAS-System for Windows:** release 8.01 (software). Cary, 2002.

SILVA, R.; TAVARES, M.; PÁSCOA, F. Biomassa residual das operações florestais Pinheiro bravo e eucalipto. **Floresta**. v.2, n. 8, p. 6-8, 1973.

TEIXEIRA, J.G. **Da energia que temos à energia que queremos – confidências, contingências conveniências.** Lisboa: Edição NEM, 1976. 185p.

TOMÉ, M. Os modelos de Produção Florestal na Gestão de povoamentos Florestais. **Revista Agros**. v.8, n.2, p. 32–36, 1991.

CRESCIMENTO DE CLONES DE *Eucalyptus saligna* SMITH, NA DEPRESSÃO CENTRAL E SERRA DO SUDESTE, RIO GRANDE DO SUL.

GROWTH OF CLONES OF *Eucalyptus saligna* SMITH IN THE CENTRAL DEPRESSION AND SOUTHEASTERN MOUNTAIN RANGE, RIO GRANDE DO SUL.

Helio Tonini¹ Paulo Renato Schneider² César Augusto Guimarães finger³

RESUMO

Este trabalho teve como objetivos verificar o efeito de variáveis ambientais sobre o crescimento em altura dominante, e estabelecer um sistema de predição do crescimento e produção em volume e área basal em nível de povoamento para três clones de *Eucalyptus saligna*. Com a realização de um estudo individualizado de funções utilizadas nas prognoses, foram obtidas tabelas de produção de densidade variável, que permitiram estimar a produção de madeira para celulose, a partir de determinadas características dos povoamentos. A análise da influência dos fatores ambientais sobre o padrão de crescimento em altura dominante feita por análise de covariância, indicou que o fator solo foi o responsável pela variação no padrão de crescimento em altura dominante, sendo necessária a construção de três sistemas de curvas de índice de sítio, para diferentes clones e grupos de solo. A comparação entre as prognoses geradas neste estudo, com povoamentos originados de mudas por sementes, mostrou que os povoamentos clonais foram mais produtivos. Ao se analisar o volume total com casca, a superioridade, para sítios de produtividade média, foi de 10,9% podendo chegar a 15,8% dependendo do clone e grupo de solo.

Palavras-chave: sítio, produção, *Eucalyptus saligna*

ABSTRACT

This work had as objective to verify the effect of environmental variables over the dominant height growth and to establish a growth and yield model for three clones of *Eucalyptus saligna*. Through the accomplishment of an individualized study of functions used in the prognosis, variable density yield tables were obtained allowed to estimate the wood production for pulp. For the analysis of environmental factors influence in the dominant height growth pattern by covariance analysis was used indicated that the soil factor, was the environmental factor responsible for the variation in dominant height growth pattern, being necessary the construction of three systems of site index curves, for different clones and soil groups. The yield table's comparisons among tables built in this study with those for stands originated from seeds, showed that the clone stands were more productive in total volume with bark. This superiority, for medium productivity sites was of 10,9%, in some cases about 15,8%, depending on the clone and soil group.

Key words: site, yield, *Eucalyptus saligna*

INTRODUÇÃO

O setor de papel e celulose tem indiscutível importância no contexto econômico e social brasileiro, levando o país a condição de maior produtor mundial de celulose de fibra curta, representando cerca de 50% da produção mundial. Segundo a Associação Brasileira de Celulose e Papel, o setor conta com 220 empresas e 255 unidades industriais presentes em 16 estados e 180 municípios, gerando cerca de 100 mil empregos diretos e aproximadamente 1,2 milhões de empregos indiretos, contribuindo com a fixação da mão de obra no campo e a descentralização industrial, uma vez que a maioria dos projetos florestais industriais estão distantes dos centros urbanos.

Devido às condições ambientais favoráveis e a evolução nas técnicas de silvicultura, manejo e melhoramento genético, as florestas brasileiras estão entre as mais produtivas do mundo. A necessidade de se produzir florestas altamente produtivas, com madeira de alta densidade, baixos teores de lignina, e outras características que se correlacionam positivamente com a qualidade do produto final, tem levado as empresas brasileiras a investimentos cada vez maiores em programas de melhoramento genético, com a utilização de técnicas como a hibridação e clonagem.

No entanto, para prover uma fábrica com esta matéria prima, é necessário que as florestas proporcionem um suprimento contínuo, que só é possível, com o conhecimento da dinâmica do crescimento dos povoamentos florestais.

¹ Engenheiro Florestal, Dr. Pesquisador da Embrapa Roraima. Br 174, Km 08, Distrito industrial, CEP 69301-970, Boa Vista-Roraima. Email: helio@cpafrr.embrapa.br.

² Engenheiro Florestal, Dr. Professor Titular da Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. CEP: 97105-900 Email: paulors@smail.ufsm.br

³ Engenheiro Florestal, Dr. Professor Adjunto da Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. CEP: 97105-900 Email: finger@smail.ufsm.br

O estudo de crescimento e produção, por analisar a relação entre uma medida de produção florestal em relação a variáveis como a idade, o sítio e a densidade, é a ferramenta mais utilizada para a compreensão desta dinâmica.

A modelagem possui uma longa tradição na área florestal. Com o início da aplicação de técnicas de manejo florestal, surgiu o desejo de influenciar e prognosticar o crescimento, sendo que este desejo tem suas raízes nas circunstâncias especiais da produção florestal que são o longo prazo e a irreversibilidade das decisões e intervenções.

Segundo Clutter *et al.* (1983), os modelos variam consideravelmente em função dos detalhes ou os dados incluídos em sua projeção. Onde apenas um produto é envolvido, como volume para celulose, uma predição simples em termos de toneladas ou volume pode ser suficiente. Portanto, os modelos que estimam o volume ou outra medida por unidade de área, sem produzir informação sobre a estrutura do povoamento são denominados de modelos do tipo povoamento total ou globais, também classificados como sistemas de produção explícitos.

Os modelos deste tipo são geralmente construídos através de um estudo individualizado de funções que estimam a produção por hectare em função de variáveis de fácil obtenção e de alta correlação com a produção, utilizando-se a análise de regressão.

Estudos como os realizados por Schneider *et al.* (1991), Finger (1991), Crockford & Savill (1991), Schneider *et al.* (1992), Mesfin & Sterba (1996), Schneider (2001), Garcia & Ruiz (2002), são alguns dos trabalhos que utilizaram metodologia semelhante.

Os modelos mais utilizados na construção de tabelas de produção no Brasil, são os modelos de Clutter (1963) e o de Sullivan & Clutter (1972), que consiste em uma modificação do modelo original, proposto por Clutter, no que concerne a autocorrelação dos erros nas estimativas dos parâmetros.

O modelo de Clutter (1963) foi utilizado por Scolforo, (1992) Soares (1999), Dias (2000) e Leite *et al.* (2001), entre outros, e o modelo de Sullivan & Clutter (1971) foi utilizado por Campos *et al.* (1986), Trevizol Junior (1985), Resende (1991), Rios (1993), entre outros.

Portanto, uma vez que a clonagem é uma realidade com tendência irreversível, existindo áreas cada vez maiores plantadas com este tipo de material genético, estudos de crescimento e produção para clones de eucalipto tornam-se cada vez mais necessários, sendo este trabalho desenvolvido com os seguintes objetivos:

- Verificar o efeito de variáveis ambientais como, a posição do relevo, exposição, declividade, preparo de solo e o solo, sobre o crescimento de três clones de *Eucalyptus saligna*.
- Estabelecer um sistema de predição do crescimento e produção em volume e área basal a nível de povoamento, através da realização de um estudo individualizado de funções que expressem o comportamento das principais variáveis dendrométricas utilizadas nas prognoses.
- Comparar a produção de povoamentos clonais com povoamentos originados de mudas por sementes.

MATERIAL E METODOS

Os dados para a realização deste estudo foram oriundos de 540 parcelas permanentes, com um mínimo de uma e um máximo de quatro medições, localizadas em 29 hortos florestais e distribuídas sobre três clones de *Eucalyptus saligna*, pertencentes a empresa ARACRUZ S.A, localizada em Guaíba, a 20 Km de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul.

A área plantada com os clones de *Eucalypto saligna* denominados 4013, 175 e 2480 é de 4325.8 hectares totalizando 10,9% da área total. As matrizes tiveram origem em sementes coletadas na Austrália que foram levadas para Itatinga SP, onde foram semeadas e selecionadas as melhores árvores, principalmente em relação a crescimento e qualidade do fuste.

O processo amostral utilizado foi a amostragem aleatória estratificada, onde os estratos são formados pelo horto florestal, espécie, rotação, ano de plantio ou corte e espaçamento. As unidades amostrais utilizadas, possuem a forma retangular com as dimensões de 24 x 18 m (432 m²) e 27 x 18 m (486 m²), sendo a última utilizada com espaçamentos de 2,7m. No interior de cada unidade amostral foram medidos o diâmetro à altura do peito de cada árvore, altura das 10 primeiras árvores e altura das 4 árvores mais grossas, seguindo o conceito de altura dominante definido por Assmann.

Para o cálculo do volume dos povoamentos foram cubadas 254 árvores, distribuídas em função da área útil inicial disponível (AUID), classe de diâmetro e idade, seguindo a metodologia de Smalian. As cubagens foram feitas nas posições de 0,1;0,7;1,3 m e a partir deste ponto de 1 em 1 metro, sendo utilizada a trena tanto para as medições de diâmetros (circunferências), como as de alturas (comprimentos).

Como a capacidade produtiva de uma área florestal depende da ação e interação de fatores abióticos, climáticos, edáficos e topográficos, influenciados pelas técnicas silviculturais e de manejo florestal, foram levantados a campo algumas características topográficas e de solo, como a posição do relevo, exposição, inclinação e presença de afloramentos rochosos. A exposição foi obtida com a utilização de bússola magnética e a inclinação do terreno com o Vertéx. Este levantamento também foi útil, para eliminar unidades amostrais localizadas em áreas em segunda rotação (unidades amostrais localizadas nas bordas dos talhões, que são cortadas para evitar o sombreamento de estradas), que apresentassem mistura de espécies, e ainda para corrigir erros de cadastro, como a troca de espécies ou clones.

A estes levantamentos juntaram-se dados de classificação e preparo de solo existentes no banco de dados da empresa. As Figuras 1 e 2, mostram o número total de unidades amostrais por cada fator ambiental analisado, onde

pode-se observar que a maior parte das unidades amostrais estavam localizadas em áreas planas e suavemente onduladas, em solos sem a ocorrência de afloramento rochosos, e em talhões que não sofreram adubação inicial.

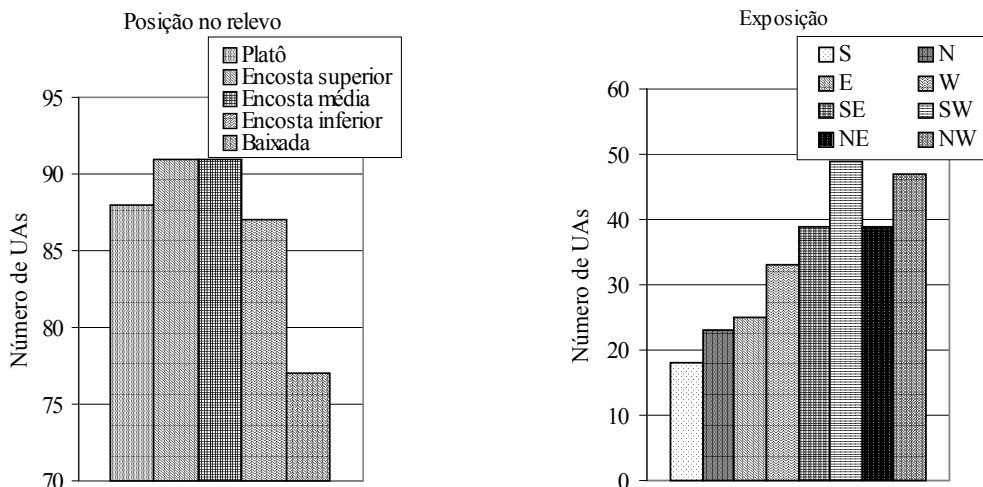


FIGURA 1 - Distribuição das unidades amostrais em função dos fatores posição no relevo e exposição

Quanto a declividade do terreno, as unidades amostrais foram classificadas segundo critério adotado pela EMBRAPA em 1990, sendo, Plano (0 a 3%); suave ondulado (3 a 8%); ondulado (8 a 20%); forte ondulado (20 a 45%) e montanhoso (45 a 75%).

Foram avaliados oito diferentes preparos de solo: subsolagem com trator de esteira (1); subsolagem com trator de pneu (2); gradagem leve (3); gradagem pesada (4); subsolagem com esteira + gradagem leve (5); subsolagem com trator de esteira + gradagem pesada (6); aração e gradagem leve (7) e coveamento mecânico (8).

Comparação entre as tendências de crescimento entre os clones

A verificação das tendências de crescimento em altura dominante entre os clones sob a ação de diferentes fatores de sítio, fez-se necessária, porque dependendo dos resultados, pode ser preciso construir um sistema de curvas de índice de sítio para um determinado clone e/ou determinados fatores de sítio.

Para avaliar o comportamento da curva de crescimento em altura dominante, foram selecionadas e ajustadas 8 equações lineares e não lineares freqüentemente utilizadas por diferentes pesquisadores em diferentes regiões do País e do mundo, que são apresentadas na Tabela 1.

Para avaliar diferenças de inclinação e nível entre as curvas de crescimento em altura dominante para os diferentes clones e fatores de sítio utilizou-se a análise de covariância.

Na análise de covariância, primeiramente testa-se a diferença de inclinação, se não existir evidencia de diferença de inclinação, a hipótese de não diferença de níveis é testada. Se a diferença não for significativa para inclinação e níveis, uma regressão única pode ser ajustada, ignorando a diferença entre grupos.

A análise de covariância permite a comparação de curvas de crescimento em relação ao seu paralelismo, podendo indicar a existência de diferentes padrões de crescimento. A hipótese de igualdade de inclinação e nível das curvas de crescimento foi verificada através do teste F, para 1% de erro, sendo os dados processados no programa de computador Statistical Analysis System (SAS).

Para avaliar o efeito dos fatores de sítio (variáveis class) sobre a curva de crescimento em altura dominante, foram atribuídas variáveis discretas a cada fator, que posteriormente, foram associadas aos pares de dados altura dominante/idade obtidos em cada unidade amostral.

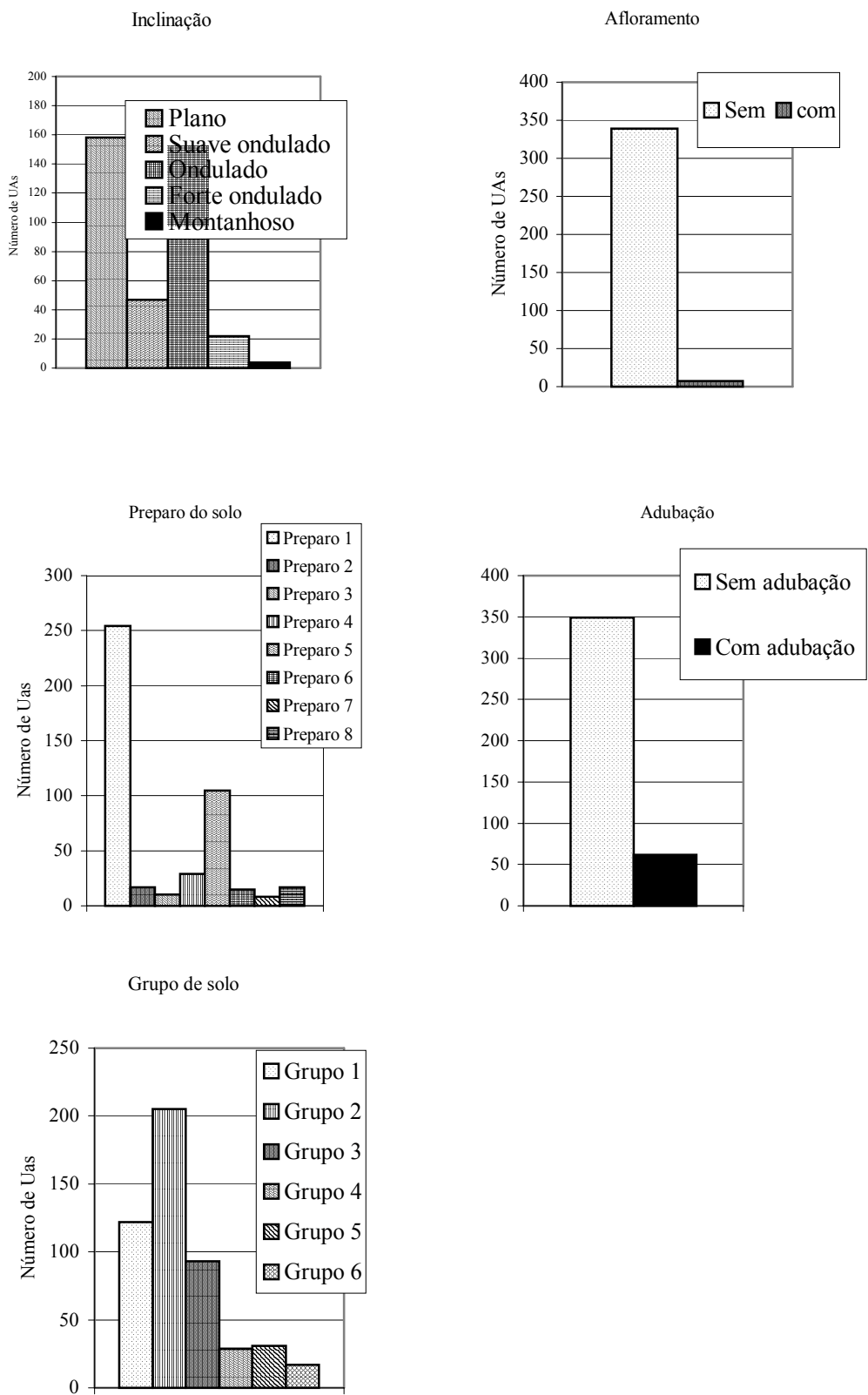


FIGURA 2 - Distribuição das unidades amostrais em função dos fatores inclinação, afloramento rochoso, preparo do solo, adubação e grupo de solo.

TABELA 1 - Equações utilizadas para descrever o crescimento em altura em função da idade.

Modelo	Autor	Equação
1	Schumacher	$Ln h_{dom} = b_0 + b_1(1/t)$
2	Backman	$\ln h_{dom} = b_0 + b_1 \ln t + b_2 \ln^2 t$
3	Prodan	$h_{dom} = \frac{t^2}{b_0 + b_1 t + b_2 t^2}$
4		$h_{dom} = b_0 + b_1 t + b_2 t^2$
5		$h_{dom} = b_0 + b_1 t + b (1/t)$
6		$\ln h_{dom} = b_0 + b_1 \ln(1/t) + b_2 \ln(1/t)^2$
7	Richards	$h_{dom} = A * (1 - \exp^{-kt})^r$
8	Mitscherlich	$h_{dom} = b_1 \exp^{b_2 t^{b_3}}$

Onde: h_{dom} = altura dominante em metros; t = idade em anos; b_0, b_1, b_2, b_3, A, k e r = coeficientes a serem estimados

Devido a grande variação de solos observada na área em estudo, optou-se por agrupar os solos de acordo com a classe, observadas as características do horizonte B diagnóstico, a região e o grau de hidromorfia, conforme agrupamento prévio utilizado pela Aracruz SA.

Neste agrupamento, foram formados 6 grupos de solos, cujas principais características foram as seguintes: O grupo 1 foi formado por Nitossolos, caracterizados por apresentar horizonte B nítico, argila de atividade baixa, sem hidromorfia, localizados na região da Depressão Central; o grupo 2 foi formado por Argissolos caracterizados por apresentar horizonte B textural, argila de atividade baixa, sem hidromorfia, localizados na Depressão Central; O grupo 3 foi formado por Cambissolos com horizonte B Câmbico, argila de atividade baixa, não hidromórficos, localizados na região da Encosta do Sudeste; O grupo 4 foi formado por Planossolos hidromórficos com horizonte B plânico e argila de atividade baixa, localizados na Região na Depressão Central próximos ao litoral; O grupo 5 foi formado por Neossolos litólicos ou solos pouco desenvolvidos, com argila de atividade baixa, não hidromórficos que localizam-se na Encosta do Sudeste; O grupo 6 foi formado por Neossolos Quartzarênicos profundos, não hidromórficos, localizados na Região da Depressão Central próximos ao litoral.

Construção das curvas de índice de sítio

Para determinar a produtividade das áreas florestais, foram construídas curvas de índice de sítio monomórficas, que expressam a qualidade do sítio florestal baseadas nas alturas das árvores dominantes em uma determinada idade índice. Como metodologia, empregou-se o método da curva guia.

Neste estudo, optou-se por uma idade de referência de sete anos, devido a ser a idade de rotação média para *Eucalyptus* no Brasil, quando manejados em densidade completa. Devido ao sistema absoluto de classificação de sítios ser mais ilustrativo e ser o mais utilizado em classificações brasileiras, optou-se pelo seu emprego.

Predição dos parâmetros dos povoamentos e da produção

A estimativa do diâmetro médio foi feita com a utilização do modelo de Kira et al. (1953) com três e quatro parâmetros, que é expresso por:

$$d = \frac{1}{a_0 N + b_0 h_{dom}^{b_1}}$$

e

$$d = \frac{1}{a_0 h_{dom}^{a_1} N + b_0 h_{dom}^{b_1}}$$

Sendo: d = diâmetro médio aritmético (cm); h_{dom} = altura dominante (m); N = número de árvores por hectare; $\alpha_0, \alpha_1, b_0, b_1$ = parâmetros a serem estimados.

Predição da altura média

Para a estimação da altura média utilizou-se inicialmente a metodologia empregada por Finger (1991), Mesfin

& Sterba (1996), e outros, que consiste em estimar a altura média com a utilização de equações que estimam a diferença entre a altura dominante e a altura média (Δh). As equações testadas com os seus respectivos autores são apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 - Equações testadas para estimar Δh nos povoamentos estudados.

Número	Autor	Modelo
1	Hink (1973)	$\Delta h = b_0 + b_1 h_{dom} + b_2 h_{dom}^2 + b_3 h_{dom}^3$
2	Finger (1991)	$\Delta h = b_1 h_{dom} + b_2 h_{dom}^2 + b_3 h_{dom}^3$
3	Finger (1991)	$\Delta h = b_1 \ln h_{dom} + b_2 \ln N / 100 + b_3 \ln N / 100 \times \ln h_{dom}$
4	Schmidt(1971)	$\ln \Delta h = b_1 \ln h_{dom} + b_2 N / 100 + b_3 \ln N / 100 \times \ln h_{dom}$
5	Sterba & Oberkofler (1988)	$\Delta h = b_1 \left(\ln \frac{h_{dom}}{1,3} \times \ln \frac{N}{100} \right)$
6	Finger (1991)	$\ln \Delta h = b_1 h_{dom} + b_2 N / 100$

Sendo: Δh = diferença entre a altura dominante e a altura média (m); h_{dom} = altura dominante (m); N = número de árvores por hectare.

Predição do número de árvores por hectare

O número de árvores por hectare foi estimado em função da altura dominante e a idade dos povoamentos. Como os povoamentos estudados caracterizaram-se por apresentar uma grande variação na densidade inicial, optou-se por testar equações que incluíssem o número de árvores inicial, como forma de evitar estimativas superiores ao inicialmente plantado. As equações testadas são apresentadas na Tabela 3.

TABELA 3 - Equações testadas para estimar o número de árvores por hectare nos povoamentos estudados.

Número	Modelo
1	$N = N_{inicial} \times (1 - b_0 \exp^{-(b_1 / h_{dom})})$
2	$N = N_{inicial} \times (1 - b_0 \exp^{-(1 / h_{dom})})$
3	$N = N_{inicial} \times (1 - b_0 \exp^{-(b_1 \times t / h_{dom})})$
4	$N = N_{inicial} \times (1 - b_0 + b_1 h_{dom} \exp^{-(b_2 / t)})$

Sendo: N = Número de árvores por hectare; $N_{inicial}$ = Número de árvores plantadas; h_{dom} = altura dominante (m); t = idade (anos)

Predição da área basal

A área basal por hectare, foi obtida em função do diâmetro médio e o número de árvores estimados, da seguinte forma:

$$G = \frac{\Pi}{4} \times d^2 \times N$$

Sendo: G = área basal por hectare (m²); d = diâmetro médio (m); N = número de árvores por hectare.

Predição do fator de forma artificial.

O fator de forma foi obtido por:

$$f = \frac{\text{volume rigoroso}}{\text{volume do cilindro com diâmetro tomado a } 1,3\text{m}}$$

Para a determinação do fator de forma comercial sem casca para cada árvore cubada, dividiu-se o volume comercial sem casca, pelo volume cilíndrico. Este volume foi obtido pela cubagem até a altura comercial, definida pelo diâmetro mínimo de 6 cm sem casca.

As equações testadas para estimar o fator de forma artificial para as árvores individuais são apresentadas na Tabela 4.

TABELA 4 - Equações utilizadas para a estimativa do fator de forma artificial.

Número	Modelo
01	$f = b_0 + b_1 \frac{1}{d^2 h} + b_2 \frac{1}{h} + b_3 \frac{1}{d^2}$
02	$f = b_0 + b_1 \frac{1}{d^2 h} + b_2 \frac{1}{dh} + b_3 \frac{1}{d} + b_4 \frac{1}{h} + b_5 \frac{1}{d^2}$
03	$f = b_0 + b_1 \frac{1}{h} + b_2 \frac{h}{d} + b_3 \frac{h}{d^2}$
04	$f = b_0 + b_1 \frac{d_{0,3}}{d^2} + b_2 \frac{h}{d^2}$
05	$f = b_0 + b_1 \frac{d_{0,3}^2}{d^2} + b_2 \frac{h}{d^2}$
06	$f = b_0 + b_1 \frac{d_{0,3}}{d^2} + b_2 \frac{h}{d^2} + b_3 \frac{1}{d}$
07	$f = b_0 + b_1 \frac{(d_{0,1} d_{0,5})}{d^2} + b_2 \frac{d_{0,3}^2}{d^2}$
08	$f = b_0 + b_1 \frac{(d_{0,1} d_{0,5})}{d^2} + b_2 \frac{d_{0,3}^2}{d^2} + b_3 \frac{h}{d^2}$
09	$f = b_0 + b_1 \left(\frac{d_{0,5}}{d} \right)^2 + b_2 \left(\frac{d_{0,3}}{d} \right)^2$
10	$f = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log d_{0,3} + b_3 \log h$
11	$f = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log h$

Sendo: f = fator de forma artificial; d = diâmetro à altura do peito (cm); h = altura total (m); $d_{0,3}$ = diâmetro tomado a 30% da altura total; $d_{0,5}$ = diâmetro tomado a 50% da altura total.

Os diâmetros relativos $d_{0,1}$, $d_{0,3}$ e $d_{0,5}$ foram obtidos por interpolação matemática em cada árvore cubada.

Predição do volume e incrementos corrente e médio anual.

Os volumes total e comercial com casca foram obtidos pela seguinte expressão:

$$V = G \times h \times f$$

Sendo: V = volume total ou comercial com casca (m^3); h = altura média para o povoamento (m); f = fator de forma ou fator de forma comercial para o povoamento.

O incremento corrente anual foi obtido por:

$$ICA_v = V_{t+1} - V_t$$

Sendo: ICA_v =Incremento corrente anual em volume; V_t = volume por hectare obtido na idade t (m);

O incremento médio anual foi obtido por:

$$IMA_v = \frac{V_t}{t}$$

Sendo: IMA_v = incremento médio anual em volume (m^3); t = idade.

Seleção de funções e condicionantes de regressão

As melhores equações foram selecionadas analisando-se parâmetros estatísticos como o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), erro padrão de estimativa em porcentagem ($Sy_x\%$), índice de furnival (IF) (para as equações logarítmicas), e análise gráfica dos resíduos.

Para o ajuste das equações não lineares, utilizou-se o algoritmo proposto por Marquardt, na estimativa dos parâmetros dos modelos não lineares. Para assegurar a escolha de bons valores iniciais, rodou-se novamente o programa repetindo-se os valores obtidos no primeiro processamento, de forma a assegurar que a verdadeira solução foi encontrada.

Construção de modelos

Sempre que foi necessária a modelagem, ou a construção de modelos, adotou-se o procedimento estatístico stepwise, onde as variáveis independentes potenciais foram selecionadas para um nível de 5% de erro.

Para verificar a adequacidade dos modelos foram analisadas as estatísticas do coeficiente de determinação, erro padrão de estimativa, índice de Furnival, valor e significância de F para o modelo, valor e significância de t para os coeficientes e a distribuição dos resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ajuste da altura dominante em função da idade.

Por apresentar valores de R^2_{aj} e IF satisfatórios, com boa distribuição dos resíduos, e ainda por se tratar de um modelo linear, indicado para a aplicação da análise de covariância, o modelo de Backmann (2), foi selecionado para representar a curva altura dominante/idade, sendo ajustado inicialmente de forma separada para cada clone.

Primeiramente testou-se a hipótese de diferença de nível e inclinação para a curva de crescimento em altura dominante em cada clone, dividindo o banco de dados em três grupos, onde o grupo 1 foi formado pelo clone 175, o grupo 2 formado pelo clone 2480 e o grupo 3, pelo clone 4013. A Tabela 5 mostra o resultado da análise de covariância aplicada para estes três grupos, analisados conjuntamente.

TABELA 5 - Resultados da análise de covariância para testar diferenças de nível e inclinação entre clones.

FV	GL	SQ	QM	F	ProbF
Modelo	8	92,4599036	11,55748795	658,25	0,0001
clone	2	5,3480482	2,67402412	152,30	0,0001
Ln(t)	1	85,86281931	85,86281931	4890,23	0,0001
Ln ² (t)	1	0,2419897	0,2419897	13,78	0,0002
Ln(t)*clone	2	0,8334334	0,41671670	23,73	0,0001
Ln ² (t)*clone	2	0,1736129	0,08680647	4,94	0,0073
Erro	1077	18,9099927	0,01755802		
Total	1085	111,3698963			

Onde: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM= quadrado médio, f= valor de f calculado; probf = nível de significância para o valor de f.

O valor de F para a fonte de variação, ln(t)*clone e clone, indica que a hipótese de igualdade de inclinação e nível para a curva de crescimento em altura dominante, é rejeitada para 0,01% de erro, o que significa, haver diferença entre o padrão de crescimento em altura dominante entre os clones.

Para verificar se os três clones analisados diferiam significativamente no seu padrão e crescimento em altura dominante, os dados foram novamente processados, comparando-se os clones entre si.

Como resultado, observou-se diferença de inclinação e nível somente para o clone 175. Para os clones 2480 e

4013, o valor de F calculado para a interação $\ln(t)$ *clone, não mostrou-se significativo, existindo no entanto uma diferença significativa para nível.

Para uma melhor visualização destas diferenças, os valores ajustados com a utilização da equação de Backmann foram representados graficamente, conforme pode ser observado na Figura 3.

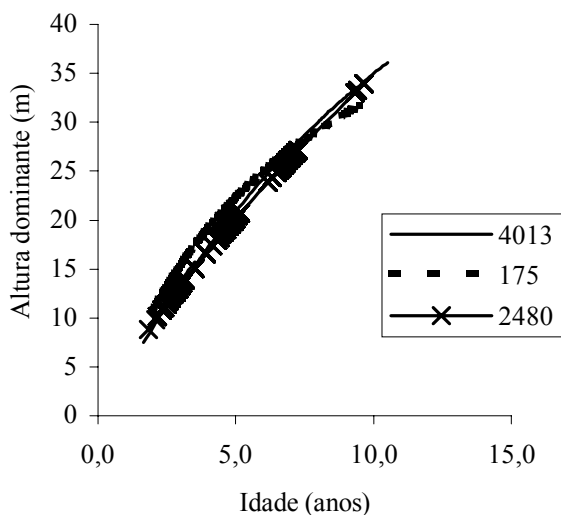


FIGURA 3 - Valores ajustados para os clones 175, 2480 e 4013.

A Figura 3 mostra que a diferença significativa para inclinação, detectada pela análise de covariância, pode ser constatada pelo achatamento da curva de crescimento em altura do clone 175 em relação aos demais, havendo praticamente uma sobreposição entre as curvas dos clones 2480 e 4013. Este resultado, indicou que o clone 175, cresce de maneira diferenciada em relação aos demais e permitiu o agrupamento dos dados relativos aos clones 2480 e 4013. Em nova fase, tornou-se necessário verificar a influência dos fatores de sítio sobre a curva de crescimento em altura dominante, no sentido de procurar identificar qual (is) o (s) fator (es) que explicam esta diferença no padrão de crescimento entre os clones.

Análise dos fatores de sítio

Para a análise destes fatores, os dados foram agrupados em dois grandes grupos formados pelo clone 175 e os clones 2480 e 4013 e reagrupados conforme o fator a ser analisado. Uma vez que a análise de covariância, por empregar uma combinação das metodologias de análise de regressão e análise de variância, permite o controle de apenas uma variável a cada tempo, sempre que foram observados valores significativos para inclinação, foi necessária a formação de grupos de unidades amostrais homogêneas em relação ao clone, e fatores ambientais, onde o único fator variável foi o fator ambiental estudado. Nestes grupos foram desconsiderados fatores de sítio que não apresentaram influência significativa sobre a inclinação na curva de crescimento em altura dominante.

Ao aplicar esta metodologia, observou-se diferenças de inclinação para grupos de solos no clones 175 e 2480-4013. Para verificar diferenças e similaridades entre as tendências de crescimento em altura dominante entre grupos de solo, os dados foram processados analisando-se um grupo contra o outro, sendo identificadas seis tendências distintas, sendo três para o clone 175 e três para os clones 4013 e 2480, conforme a Figura 4.

Uma vez que a análise de covariância indicou a existência de diferentes padrões de crescimento entre clones e dentro de um mesmo clone, tornou-se necessário definir o número de sistemas de curvas de índice de sítio necessárias para representar os padrões de crescimento em altura dominante observados.

Como o principal objetivo ao se fazer um sistema de curvas de índice de sítio, é a determinação de padrões de crescimento em altura, espera-se que os povoamentos assumam durante toda a sua vida, e não necessariamente fazer prognoses de altura, utilizou-se a análise gráfica reajustando a função de Backmann para os grupos de solo de mesma inclinação identificados pela análise de covariância para a definição quanto ao número de sistemas de curvas de índice de sítio necessárias

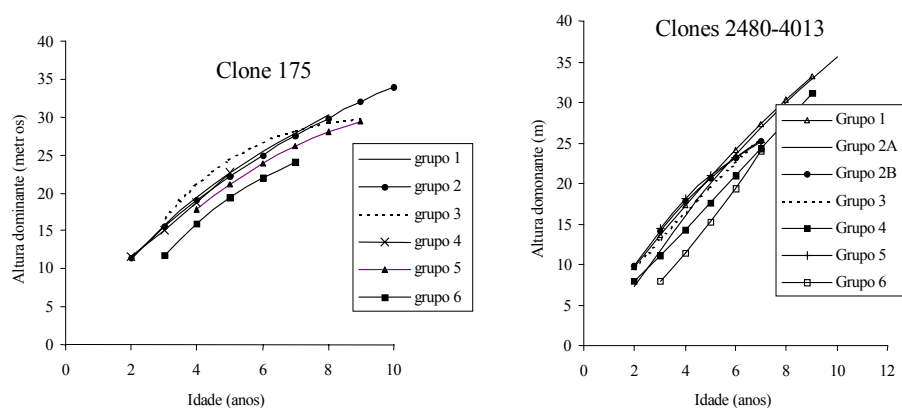


FIGURA 4 – Tendências de crescimento em altura dominante observadas entre grupos de solo nos diferentes clones de *Eucalyptus saligna*

Estas diferenças no padrão de crescimento em altura, indicaram a necessidade de se construir 3 sistemas de curvas de índice de sítio, sendo 2 sistemas para o clone 175, uma vez que o padrão de crescimento em altura dominante para árvores crescendo em Cambissolos, foi bastante diferenciado em relação aos demais.

As curvas de índice de sítio definitivas foram construídas reajustando a função de Backmann para os grupos de solo 1,2,4,5 e 6 no clone 175 e 2b e 5 nos clones 2480 e 4013; para o grupo de solo 3, no clone 175 e para os grupos de solo 1, 2a, 3, 4 e 6 nos clones 2480 e 4013, cujo o número de curvas necessárias com os seus respectivos valores pode ser observado na Figura 5.

Comparação com curvas de índice de sítio para *Eucalyptus saligna* originados de mudas por sementes.

A comparação entre as curvas construídas para os clones 175, 4013 e 2480 com as curvas construídas por Finger (1991) para *Eucalyptus saligna* originados de mudas por sementes, para solos profundos com preparo de solo profundo e para solos rasos com preparo de solo raso podem ser observadas na Figura 5.

Esta Figura mostra que o número de curvas de índice de sítio necessárias para abranger a variação do crescimento em altura para povoamentos de mudas por sementes é maior que os povoamentos clonais, o que reflete a maior homogeneidade destes povoamentos.

Observa-se que o primeiro sistema (Figura 5a), apresenta mesma tendência de crescimento nas idades iniciais, porém com tendência a ser mais achatado na medida em que a idade avança. O segundo sistema (Figura 5b), apresentou tendência bastante diferenciada em relação ao desenvolvido por Finger (1991), ocorrendo cruzamentos entre os mesmos. O sistema desenvolvido para *Eucalyptus saligna* oriundos de mudas por sementes apresenta-se nitidamente mais inclinado, atingindo em um mesmo índice de sítio, maiores alturas, principalmente a partir dos sete anos. Este resultado confirma a hipótese de que sob certas circunstâncias, a produção pode ser maior em um povoamento geneticamente diverso do que em um uniforme, pois um mesmo genótipo ao demandar pelos mesmos fatores de produção ao mesmo tempo utiliza o sítio de pior maneira do que uma mistura de genótipos.

Na comparação com o terceiro sistema (Figura 5c), ocorre o inverso, onde o sistema construído para *Eucalyptus saligna* oriundo de mudas por sementes plantados sobre solos profundos, mostra-se bem mais achatado, onde novamente ocorrem cruzamentos entre as curvas de índice de sítio.

Estas comparações mostraram que a construção de curvas de índice de sítio específicas para estes clones foi necessária, pois estes, apresentaram padrão de crescimento diferenciado em relação aos povoamentos de *Eucalyptus saligna* oriundo de mudas por sementes.

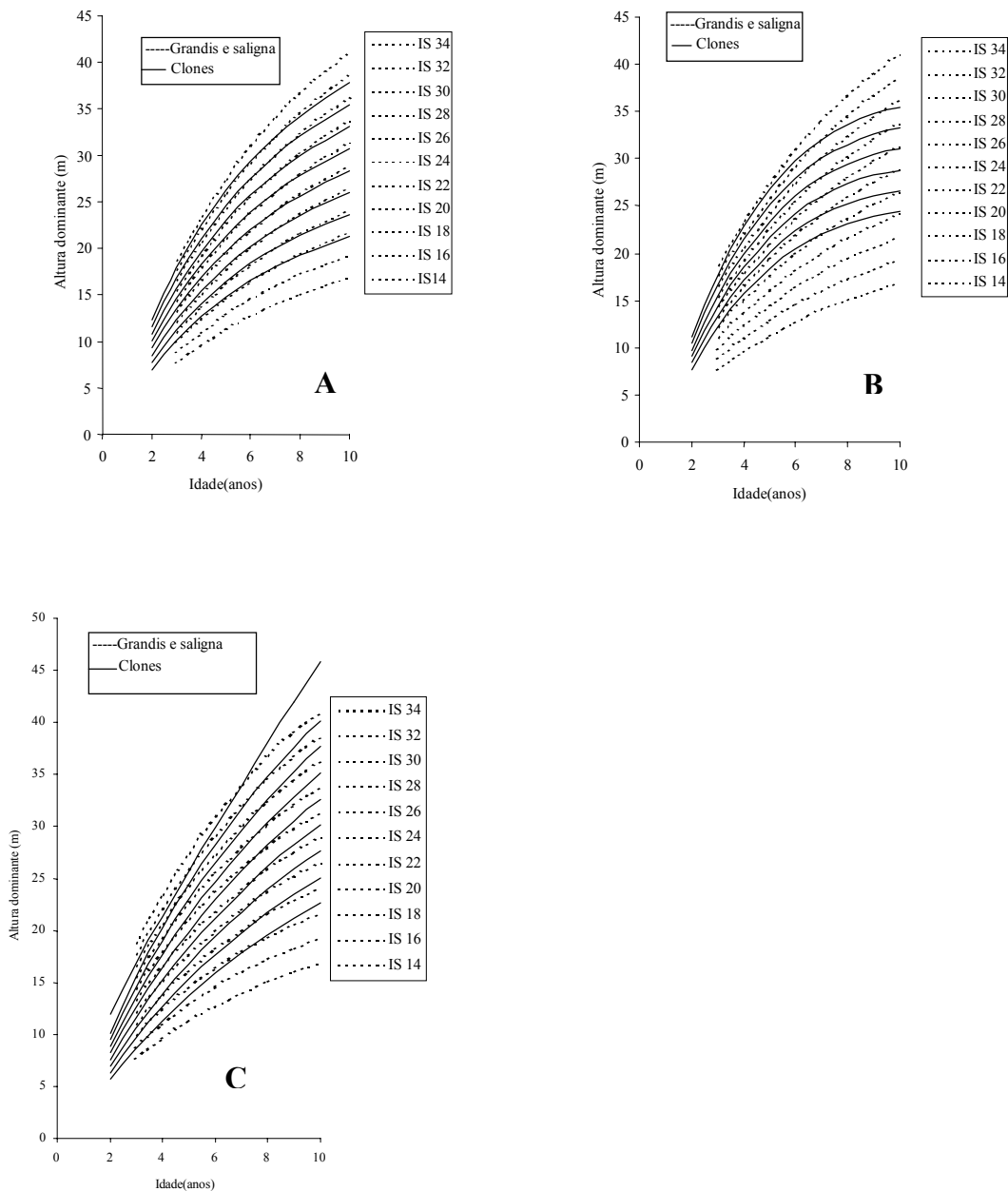


FIGURA 5 – Curvas de índice de sítio para diferentes grupos de solo e clones

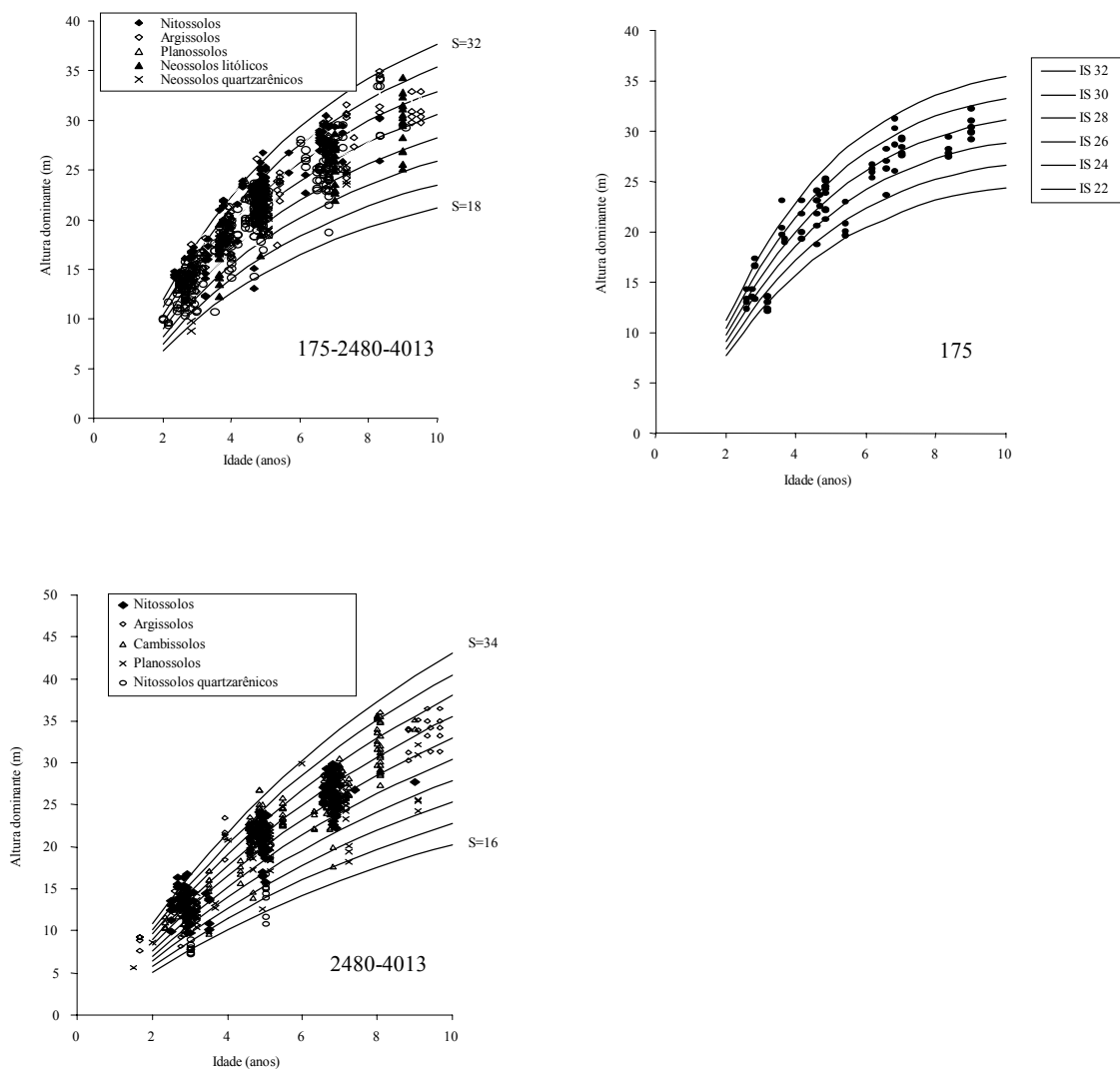


FIGURA 5 – Comparações entre curvas de índice de sítio para *Eucalyptus saligna* em povoamentos clonais e originados de mudas por sementes nas regiões da Depressão Central e Serra do Sudeste - RS

Estimativa dos parâmetros do povoamento

De acordo com as curvas de índice de sítio, os dados foram caracterizados em três estratos:

- Clone 175 plantado sobre Nitossolos, Argissolos, Planossolos, Neossolos litólicos e Neossolos Quatzarênicos e Clones 2480 e 4013 plantados sobre Argissolos (PVA₂, CA₃ e CA₆) e Neossolos litólicos (grupo 1)
- Clone 175, plantado sobre Cambissolos não hidromórficos, na região da Encosta do Sudeste (grupo 2).
- Clones 2480 e 4013, plantados sobre Nitossolos, Argissolos (PVA₁e PVA₃), Cambissolos, Planossolos e Neossolos Quatzarênicos nas Regiões da Depressão Central e Encosta do Sudeste (grupo 3).

A partir desta estratificação, as funções para prognosticar o número de árvores por hectare, o diâmetro médio, altura média e o fator de forma para o povoamento foram ajustadas para cada grupo. Neste trabalho só apresentaremos o ajuste para o grupo 1.

As equações selecionadas para a estimativa dos parâmetros do povoamento bem como o seu ajuste podem ser observados nas Tabelas 6 e 7 .

TABELA 6: Equações selecionadas para as estimativas dos parâmetros dos povoamentos.

Variável dependente	Equação
N	$N = N_{inicial} \times (1 - b_0 \exp^{- (b_1 / h_{100})})$
d	$d = \frac{1}{a_0 N + b_0 h_{100}^{b_1}}$
h	$\ln h = b_1 \ln h_{100} + b_2 h_{100} (N/100)$
f _{cc}	$f = b_0 + b_1 \frac{(d_{0,1} d_{0,5})}{d^2} + b_2 \frac{d_{0,3}^2}{d^2} + b_3 \frac{h}{d^2}$
f _{sc}	$f = b_0 + b_1 \frac{1}{h} + b_2 \frac{h}{d} + b_3 \frac{h}{d^2}$
d _{0,1}	$d_{0,1} = b_0 + b_1 d$
d _{0,3}	$d_{0,3} = b_0 + b_1 d$
d _{0,5}	$d_{0,5} = b_0 + b_1 d$

Onde: N = número de árvores por hectare; N_{inicial} = número de árvores inicialmente plantado; d = diâmetro médio (cm); h = altura média (m); f_{cc} = fator de forma artificial para volume total com casca; f_{sc} = fator de forma artificial para volume comercial sem casca; d_{0,1} = diâmetro a 10% da altura total da árvore; d_{0,3} = diâmetro a 30% da altura total da árvore; d_{0,5} = diâmetro a 50% da altura total da árvore; a₀, b₀, b₁, b₂, b₃= coeficientes das equações.

TABELA 7: Ajuste das equações selecionadas para as estimativas dos parâmetros dos povoamentos.

Vd	Coeficientes					Estatísticas			
	a ₀	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	R ² aj	Syx%	F	Prob>F
N		0,3846	11,2911			0,06	13,9	12578,65	0,001
d	0,0000158	0,5950	-0,8150			0,86	7,2	47057,4	0,001
h			0,9456	-0,00026		0,96	2,73	1025,2	0,001
f _{cc}		0,2493	0,4082	-0,0615	-0,0426	0,43	5,0	59,7	0,001
f _{sc}		0,1738	1,0465	0,1989	-1,4528	0,76	8,1	271,7	0,001
d _{0,1}		0,6253	0,9185			0,99	2,8	45624,3	0,001
d _{0,1}		0,2773	0,7902			0,98	4,5	14506,9	0,001
d _{0,5}		0,5412	0,6181			0,97	5,7	8494,5	0,001

Onde: a₀, b₀, b₁, b₂, b₃= coeficientes das equações; R²aj = coeficiente de determinação ajustado; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem; F = valor de F calculado; prob> F = probabilidade de erro para o valor de F.

Comparações com povoamentos de *Eucalyptus saligna* originados de mudas por sementes.

A comparação entre plantios clonais e de mudas por sementes, tem grande importância, pois se espera um ganho considerável de produção pela seleção e propagação de árvores com características desejáveis tanto em relação ao crescimento como na qualidade da madeira.

Para esta comparação, utilizou-se as tabelas de produção para *Eucalyptus saligna* de mudas por sementes, construídas por Finger (1997), em que foram comparados povoamentos de mesma densidade inicial e índice de sítio.

A Figura 6 mostra a variação do volume total com casca para os três grupos de curvas de índice de sítio em relação ao volume estimado para povoamentos de mudas por sementes em condições de sítio médio (IS = 26), bem como a diferença na produção em volume em porcentagem para uma densidade inicial de 1667 árvores/ha aos sete anos de idade.

Observa-se nesta figura, que os três grupos apresentam comportamento distinto em relação às diferenças de produção em volume total com casca, na comparação com povoamentos de mudas por sementes.

No grupo 1, a diferença em volume total com casca em relação ao volume estimado para povoamentos de mudas por sementes foi de 18,9 m³/ha o que equivale a uma diferença em porcentagem de 7,6%. Nos grupo 2 e 3 esta diferença foi de 23,5 m³/ha e 39,5 m³/ha, ou seja, uma diferença de 9,4%, e de 15,8% respectivamente.

A maior produção apresentada pelo grupo 2, deve-se a idade adotada como comparação, onde estes sítios ainda mostram-se mais produtivos em relação ao grupo 1.

Estes resultados permitem constatar um aumento considerável na produção volumétrica com a utilização de povoamentos clonais, sendo que este aumento variou com o tipo de solo. Devido aos altos custos culturais envolvidos no plantio de povoamentos clonais, a maximização dos ganhos de produção volumétrica em relação a plantios de mudas por sementes é desejável e estes resultados podem auxiliar à empresa e os silvicultores da região a identificar áreas potenciais para este tipo de floresta.

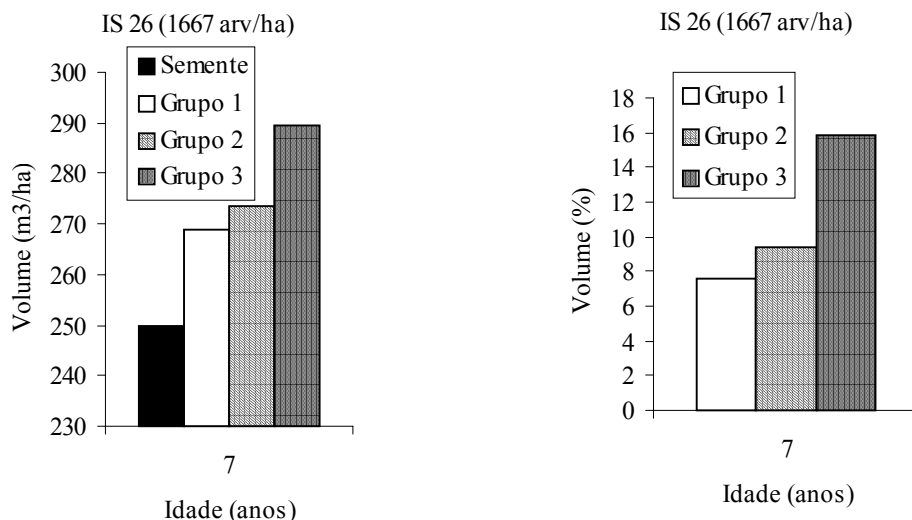


FIGURA 6: Comparações entre o volume total com casca estimado por Finger (1991) para povoamentos de *Eucalyptus saligna* originados de mudas por sementes e os clones 4013, 2480 e 175 em três sistemas de curvas de índice de sítio.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir:

a) A análise de covariância indicou que o fator solo foi o principal responsável pela diferença de padrão de crescimento em altura dominante entre clones e dentro de um mesmo clone.

b) O padrão de crescimento em altura para os clones de *Eucalyptus saligna* analisados variou entre grupos de solos e dentro de um mesmo grupo, o que indica a ocorrência de variações de produtividade dentro de uma mesma unidade taxonômica.

c) A comparação entre as curvas de índice de sítio construídas para povoamentos de *Eucalyptus saligna* originados de mudas por sementes e clones indicou que as curvas de índice de sítio construídas para povoamento originados de mudas por sementes, dependendo do clone e grupo de solo, não poderiam ser utilizadas, pois haveria grande diferença no padrão do crescimento em altura dominante entre esses povoamentos.

d) Na comparação entre as tabelas de produção construídas para clones e povoamentos originados de mudas por sementes, observou-se que os três grupos (formados em função das curvas de índice de sítio) mostraram comportamento distinto com relação as diferenças em volume total com casca por hectare. Estes resultados permitiram constatar um aumento considerável na produção volumétrica com a utilização de povoamentos clonais, sendo que esse aumento, variou com o tipo de solo e clone, indicando que cada clone reagiu de forma diferente em relação ao ambiente (grupo de solo).

e) Os resultados obtidos ressaltam a importância de também considerar variáveis como densidade básica e teor de extrativos como lignina e outros, na definição da rotação de povoamentos clonais. Nestes povoamentos, produzidos para a produção de celulose, estas variáveis possuem grande importância por influenciarem nos custos e na qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, J.C.C., SOARES, C.P.B., LEITE, H.G., *et al.* Estimação de diferentes volumes comerciais utilizando um modelo do tipo povoamento total. **Revista Árvore**, v.25, n.2, p.223-230, 2001.

CAMPOS, J.C.C., TREVIZOL JUNIOR, T.L., TORQUATO, M.C *et al.* Aplicação de um modelo compatível de crescimento e produção de densidade variável em plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.10, n.2, p.121-134, 1986.

CLUTTER, J. Compatible growth and yield models for Loblolly pine. **Forest Science**, v.9, n.3, p.354-370, 1963.

- CLUTTER, J.L., FORTSON, J.C., PIENAAR, L.V. **Timber Management: A quantitative approach**. USA: John Wiley & Sons, 1983, 329p.
- CROCKFORD, K.J., SAVIL, P.S. Preliminary yield tables for oak coppice. **Forestry**, v.64, n.1, p.30-47, 1991.
- DIAS, A.N. **Modelagem e avaliação econômica de plantações de eucalipto submetidas a desbastes**. 2000, 64f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- FINGER, C.A.G. **Ein Beitrag zur Ertragskunde von *Eucalyptus grandis* und *Eucalyptus saligna* in Südbrasilien**. 1991.136f. Tese (Doutorado) – Universität für Bodenkultur, Viena, 1991.
- GARCIA, O., RUIZ, F.F. **A growth model for Eucalypt in Galicia**, Spain. *Forest Ecology and Management*, Prelo, 2002.
- LEITE, H.G., NOGUEIRA, G.S., MOREIRA, A.M *et al.* Um modelo de crescimento e produção para *Pinus taeda* L. na região sul do Brasil. **Revista Árvore**, v.25, n.1, p.105-112, 2001.
- MESFIN, D., STERBA, H. A yield table model for the growth of *Pinus patula* in Ethiopia. *Journal of Tropical Forest Science*, v.9, n.2, p.221-241, 1996.
- RESENDE, R.R. **Emprego de um modelo de crescimento e produção para determinação da rotação em povoamento de eucalipto**.1991, 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de viçosa, Viçosa, 1991.
- RIOS, M.G.V.P. **Um modelo de crescimento e produção aplicado a plantações de *Eucalyptus pellita***. 1993, 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- SCHNEIDER, P.R., FINGER, C.A.G., HOPPE, J. M. Produção da *Araucaria angustifolia* (bert) O. Ktze. na região do planalto médio do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência florestal**, v.2, n.1, p.99-118, 1992.
- SCHNEIDER, P.R., OESTEN, G., BRILL, A. *et al.* Determinação da produção de casca em acácia-negra, *Acacia mearnsii* De Wild. **Ciência Florestal**, v.1, n.1, p.64-75, 1991.
- SCHNEIDER, P. R., FLEIG, F.D., FINGER, C.A.G.*et al.* Produção de madeira e casca verde por índice de sítio e espaçamento inicial de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild). **Ciência Florestal**, v.11, n.1, p.151-165, 2001.
- SCOLFORO, J.R.S. Curvas de índice de sítio para *Pinus caribaea* var. hondurensis. **IPEF**, v.45, p.40-47, 1992.
- SOARES, C.P.B., **Um modelo para o gerenciamento da produção de madeira em plantios comerciais de eucalipto**. 1999, 71f. Tese (Doutorado em Engenharia florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- SULLIVAN, A.D., CLUTTER, J. A simultaneous growth and yeld model for loblolly pine. **Forest Science**, v.18, n.4., p.76-86, 1972.
- TREVIZOL JUNIOR, T.L. **Análise de um modelo compatível de crescimento e produção em plantações de *Eucalyptus grandis*. (W. Hill ex Maiden)**. 1985, 73f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1985.

EMPREGO DE DIFERENTES METODOLOGIAS PARA O CÁLCULO DO VOLUME COMERCIAL DE
Eucalyptus saligna SMITH

USE OF DIFFERENT METHODOLOGIES FOR MERCHANTABLE VOLUME CALCULATION OF
Eucalyptus saligna SMITH

Helio Tonini ¹

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de comparar diferentes metodologias para o cálculo do volume comercial sem casca de *Eucalyptus saligna*. Para isto foi realizada a cubagem rigorosa de 240 árvores pertencentes a vários sítios, classes de diâmetro e de idade, onde foram obtidos o volume total e comercial com e sem casca. O volume comercial sem casca foi estimado com a utilização de uma equação de dupla entrada (modelo de Prodan), razão volumétrica (modelo de Honner), método dos dois diâmetros (Silva et al., 1978), e um modelo para múltiplos volumes (Leite et al., 1995). Os resultados indicaram um bom ajuste para todos os modelos utilizados, não havendo diferença significativa entre as estimativas de volume comercial sem casca. No entanto, o modelo para múltiplos volumes embora tenha apresentado boas estimativas mostrou-se tendencioso, principalmente para árvores de menores dimensões.

Palavras-chave: *Eucalyptus saligna*, equações volumétricas, volume comercial

ABSTRACT

This work was carried out with the objective of comparing different methodologies for the calculation of the merchantable volume without bark for *Eucalyptus saligna*. For this, the data were collected with stem measurements of 240 felled trees belonging to several sites, diameter classes and age being obtained total and merchantable volume with and without bark. The merchantable volume without bark was fitted with the use of an double entry volume equation (Prodan's model), volume ratio (Honner model), method of the two diameters (Silva et al., 1978) and a model to estimate multiple volumes (Leite et al., 1995). The results indicated a good adjustment for all the used models, without difference among the estimates. However, the model for multiple volumes was shown tendentious in the estimates mainly for smaller trees.

Key words: *Eucalyptus saligna*, volume equations, merchantable volume.

INTRODUÇÃO

O conhecimento prévio da produção volumétrica de uma floresta plantada, destinada para fins industriais, é de inegável importância para o planejamento das atividades da indústria. Os erros nas estimativas de volume em uma determinada área, podem ocasionar sérios problemas, uma vez que estas estimativas são geralmente utilizadas quando se trata de negociações de serviços com base no inventário florestal, ou venda de madeira em pé.

Existe um grande número de estudos sobre análise de equações volumétricas desenvolvidas para os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. A maioria destes, realizados por autores como Paula Neto (1977), Silva et al. (1978), Campos et al. (1985), Paula Neto et al. (1983) e Silva et al. (1994), apontaram o modelo de Schumacher & Hall (1933), como o melhor estimador de volume. Paula Neto et al. (1983), afirmaram ainda, que a aplicação deste modelo independe do local, do método de regeneração e da idade do plantio original ou das brotações.

Na medida em que estimativas do volume de partes do tronco tornaram-se necessárias, foram desenvolvidos os modelos de razão volumétrica e de taper. Os modelos de razão volumétrica, em geral, resultam em estimativas precisas quando apenas um diâmetro mínimo é definido por árvore. Quando mais de um diâmetro mínimo é utilizado, é necessário o ajuste de diferentes equações de razão, ou seja, uma equação para cada diâmetro mínimo. (Leite et al., 1995).

Com o objetivo de reduzir este problema, Leite et al. (1995), a partir do modelo de Schumacher e Hall em sua forma não linear, desenvolveram um modelo único para estimar volumes totais e comerciais com e sem casca, mantendo a compatibilidade entre o volume total e as demais partes componentes do mesmo.

Outra metodologia para a estimativa do volume é o método dos dois diâmetros, desenvolvido por Silva et al. (1992), que tem como princípio a alta correlação entre o volume de uma pequena porção da árvore com o seu volume total. Este método foi testado com sucesso por Franco (1997) e Silva et al. (2000).

¹ Engenheiro Florestal, pesquisador da Embrapa Roraima, Br 174, Km 08, Distrito Industrial, CEP 69301-970, Boa Vista Roraima.

Portanto, este trabalho teve como objetivo principal testar diferentes modelos e metodologias para estimar o volume comercial sem casca de *Eucalyptus saligna* em árvores coletadas em diferentes sítios, idades e espaçamentos e como objetivo secundário, testar outras formas do modelo para estimar múltiplos volumes, sugeridas por Leite *et al.* (1995).

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta dos dados

Para o ajuste das equações volumétricas foi realizada a cubagem de 240 árvores pertencentes a vários sítios, classes de diâmetro e idade. A Tabela 1 mostra o número de árvores coletadas por classe de diâmetro à altura do peito (DAP) e altura para árvores em primeira rotação de *Eucalyptus saligna*.

As árvores foram cubadas pelo método de Smalian, sendo tomadas as informações referentes a idade, rotação, altura total, altura comercial e espaçamento. Os diâmetros com casca foram tomados nas posições de 0,1m, 0,3m, 1,3m, e após, de metro em metro até a altura total da árvore. Os diâmetros foram medidos em centímetros e as alturas, em metros.

Para a determinação da altura comercial foi considerada a posição do tronco até um diâmetro mínimo de 5,0 cm, e a espessura de casca foi determinada pela média de duas medições opostas, nas mesmas posições usadas na cubagem rigorosa. As espessuras de casca foram medidas com régua, em milímetros.

Os dados das cubagens foram processados, sendo obtidos os volumes rigorosos para cada árvore. Neste processamento foram obtidos o volume total com casca (v_{tcc}), volume total sem casca (v_{tsc}), volume comercial com casca (v_{ccc}) e volume comercial sem casca (v_{csc}).

TABELA 1: Relação do número de árvores cubadas por classe de dap (cm) e altura (m), para árvores em primeira rotação de *Eucalyptus saligna*.

Classe de dap (cm)	Centro de classe de altura total (m)					Total
	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	
5-10	21	20				41
10-15		22	29	03		54
15-20		02	20	34	02	58
20-25			01	28	27	56
25-30			01	07	23	31
Total	21	44	51	72	52	240

Equações volumétricas testadas

Com base na literatura existente foram ajustados modelos de dupla entrada e razão volumétrica, sendo também testados o método dos dois diâmetros proposto por Silva *et al.* (1992) e uma equação para estimar múltiplos volumes, proposta por Leite *et al.* (1995). A precisão dos modelos na estimativas do volume comercial sem casca foi analisada pelo coeficiente de determinação, erro padrão de estimativa em porcentagem e análise de distribuição dos resíduos.

Modelo de dupla entrada

Após selecionados e testados 13 modelos aritméticos e logaritmos de simples e dupla entrada, a análise do coeficiente de determinação, erro padrão de estimativa em porcentagem e distribuição dos resíduos, indicou o modelo de Prodan como o mais preciso para esta espécie. Os demais modelos testados para efeito deste estudo não serão apresentados.

O modelo de Prodan, ajustado para o cálculo do volume comercial sem casca, é expresso por:

$$\ln V_{csc} = b_0 + b_1 \ln dap + b_2 \ln^2 dap + b_3 \ln h + b_4 \ln^2 h$$

Onde: V_{csc} = volume comercial sem casca (m^3); dap = diâmetro à altura do peito (cm); h = altura total (m); b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 = coeficientes.

Modelos de razão volumétrica

Foram testados os modelos de Honner(1967) e Clutter (1980), sendo o modelo de Honner expresso por:

$$V_c = V_t \times (1 - b_0 d^{b_1} dap^{b_2})$$

E o modelo de Clutter expresso por:

$$V_c = V_t \times \left(b_0 + b_1 \left(\frac{d}{dap} \right) + b_2 \left(\frac{d}{dap} \right)^2 \right)$$

Onde: V_c = volume comercial com ou sem casca; V_t = volume total com ou sem casca; d = diâmetro limite (no caso, 5 cm); dap , b_0 , b_1 , b_2 = já definidos anteriormente.

Método dos dois diâmetros

Silva *et al.* (1992), desenvolveram uma metodologia para estimar o volume total da árvore em função de medidas de diâmetros tomados na primeira tora, dispensando a mensuração da altura total, fonte de erro sistemático que diminui a precisão nas estimas volumétricas. Como no campo as medidas de diâmetro até a altura do dap são fáceis de ser obtidas pode-se aumentar o tamanho da amostra e diminuir consequentemente o erro de amostragem.

O desenvolvimento deste método passa pela determinação de uma reta, que estabelece a relação entre o volume do torete na base (1ª tora), e o volume da árvore.

$$V = b_0 + b_1 V_{1\text{tora}}$$

Sendo V = Volume total ou comercial da árvore; b_0 e b_1 = coeficientes; $V_{1\text{tora}}$ = volume entre o dap e o diâmetro na base.

O volume de qualquer seção pode ser obtido pela forma de Smalian:

$$V_{1\text{a tora}} = \frac{\left(\frac{\pi \times dap^2}{40000} \right) + \left(\frac{\pi \times d\text{base}^2}{40000} \right)}{2} \times L$$

Onde: $V_{1\text{tora}}$ = volume da primeira tora, ou seção compreendida entre o diâmetro tomado na base (no caso, diâmetro a 0.1m) e o diâmetro tomado à altura do peito; $d\text{base}$ = diâmetro na base; L = comprimento da seção (no caso, 1,20 m)

A equação que expressa a relação entre o volume da árvore e o volume da primeira tora pode ser escrita como:

$$V = b_0 + b_1 \frac{\left(\frac{\pi \times dap^2}{40000} \right) + \left(\frac{\pi \times d\text{base}^2}{40000} \right)}{2} \times L$$

Sendo $(\pi/80000)*L$. uma constante K , então:

$$V = b_0 + b_1 K (dap^2 + d\text{base}^2)$$

Para propiciar maior praticidade ao método utilizam-se modelos lineares para estimar o diâmetro na base em função do dap .

$$d\text{base} = b_0' + b_1' dap$$

Sendo assim, o modelo passa a ser expresso por:

$$V = b_0 + b_1 K (dap^2 + (b_0' + b_1' dap)^2)$$

Equação para múltiplos volumes

Leite *et al.*, (1995), desenvolveram, a partir do modelo de Schumacher e Hall na sua forma não linear, um modelo para estimar múltiplos volumes de árvores expresso por:

$$V = b_0 dap^{b_1} h^{b_2} e^{-b_3 \left(\frac{tx}{dap} \right)} (1 - dx^{1+b_4 d}) \quad (1)$$

Onde: V = volume estimado (podendo ser total e comercial com e sem casca); tx = variável dummy, sendo = 0 para volume com casca e 1 para volume sem casca; d = diâmetro superior comercial com casca (cm); $dx = d/dap$; dap , h , b_0 , b_1 , b_2 , b_3 , b_4 = já definidos anteriormente.

Este modelo para um diâmetro superior comercial igual a zero e para $tx = 0$, reduz-se ao modelo de

Schumacher e Hall para estimar o volume total com casca, isto é:

$$V = b_0 \text{dap}^{b_1} h^{b_2} e^{-b_3 \left(\frac{0}{\text{dap}}\right)} \left(1 - \left(\frac{0}{\text{dap}}\right)^{1+b_4 \times 0}\right)$$

$$V = b_0 \text{dap}^{b_1} h^{b_2}$$

Como o grau de precisão pode variar, entre espécies ou clones, foram testadas outras variações do modelo, conforme indicação dos autores. Os modelos modificados testados foram:

$$V = b_0 \text{dap}^{b_1} h^{b_2} e^{-b_3 \left(\frac{d+tx}{\text{dap}}\right)} \quad (2)$$

$$V = b_0 \text{dap}^{b_1} h^{b_2} e^{-b_3 \left(\frac{tx}{\text{dap}}\right)} \quad (3)$$

$$V = b_0 \text{dap}^{b_1} h^{b_2} e^{-b_3 tx} \quad (4)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ajuste dos modelos de Prodan e razão volumétrica.

O ajuste para os modelos de Prodan, Honner e Clutter para volume comercial sem casca de *Eucalyptus saligna* são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2: Ajuste para os modelos de Prodan, Honner e Clutter para *Eucalyptus saligna*.

Modelo	Coeficientes					Estatística	
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	R ²	CV%
Prodan	-8,16771	1,461691	0,056309	0,475965	0,080277	0,99	1,40*
Honner	0,943593	0,390938	-0,89678			0,96	1,32
Clutter	0,219328	3,360320	2,751963			0,96	1,38

Onde: b₀, b₁, b₂, b₃, b₄ = Coeficientes; R² = coeficiente de determinação, CV% = coeficiente de variação; * = Índice de Furnival.

A análise conjunta da Tabela 2 e das Figuras 1 e 2, que mostram a distribuição dos resíduos para os três modelos testados, indica que apesar de os dados terem sido coletados sobre diversas idades, sítios e espaçamentos, os três modelos ajustaram-se de maneira satisfatória aos dados, com altos valores de coeficiente de determinação, baixos valores de CV%, não apresentando tendenciosidade nos resíduos.

Na comparação entre os modelos de razão volumétrica, o modelo de Honner, apresentou um menor coeficiente de variação e uma maior simplicidade de ajuste, sendo, portanto, o modelo de razão volumétrica selecionado.

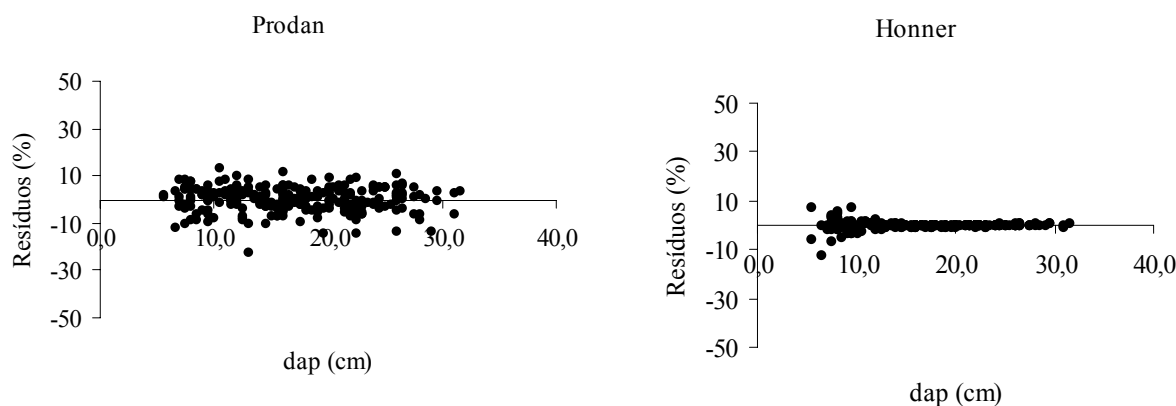


FIGURA 1: Distribuição dos resíduos para *Eucalyptus saligna* para as funções de Prodan, Honner e Clutter.

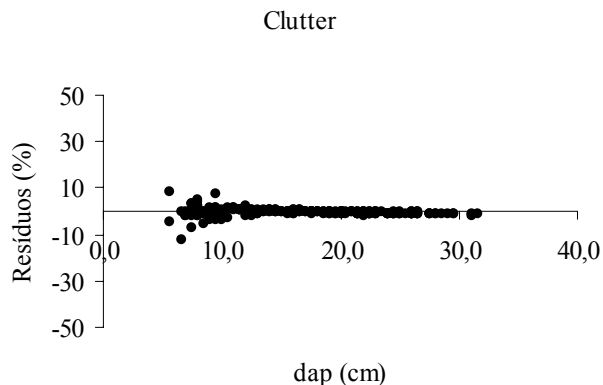


FIGURA 2: Distribuição dos resíduos para *Eucalyptus saligna* para a função de Clutter.

Método dos dois diâmetros

Como o método baseia-se na alta correlação entre o volume total no tronco e volume da primeira tora, foram ajustadas equações que estimassem o volume comercial sem casca em função do volume da primeira tora sem casca (volume da base). Para dar maior praticidade, também foi ajustado um modelo para estimar o diâmetro na base sem casca em função do dap, sendo os resultados apresentados na Tabela 3.

TABELA 3: Ajuste para *Eucalyptus saligna* (método dos dois diâmetros)

Modelo	Coeficientes		Estatísticas	
	b ₀	b ₁	R ²	CV%
V _{csc} = b ₀ + b ₁ V _{base}	-0,0535	6,960	0,97	14,32
d _{base} = b ₀ + b ₁ dap	0,713	1,128	0,97	6,28

A Tabela 3, mostra que apesar de o volume da primeira tora sem casca explicar a variação do volume comercial sem casca em 97%, o coeficiente de variação pode ser considerado alto. A magnitude dos desvios, demonstra uma grande variação nos dados, ocasionada, provavelmente, pela influência do espaçamento e do sítio.

A Figura 3, mostra a distribuição dos resíduos para as estimativas do volume comercial sem casca em função do volume da primeira tora sem casca e os valores estimados e observados para o diâmetro na base sem casca e o diâmetro à altura do peito sem casca. A Figura 3, mostra uma grande magnitude dos resíduos em árvores de menores dimensões, indicando que a equação não deve ser empregada na estimativa de volumes comerciais para povoamentos jovens. Para povoamentos mais velhos, como a contribuição destas árvores no volume comercial por hectare é menor, este problema é reduzido.

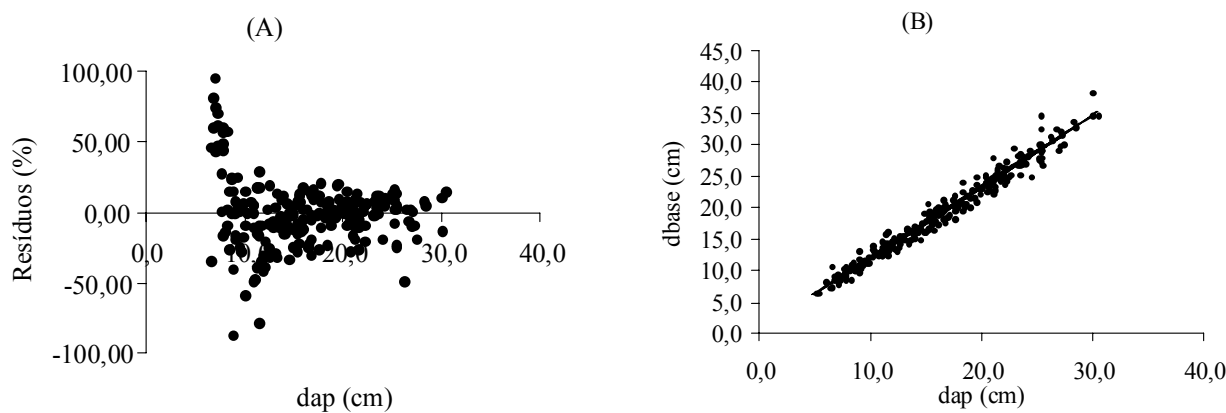


FIGURA 3: Distribuição dos resíduos para *Eucalyptus saligna* para o volume comercial sem casca estimado em função do volume da primeira tora (A) e valores estimados e observados para o diâmetro na base estimado em função do dap (B).

Equação para múltiplos volumes

O ajuste para o modelo 1, e para os modelos modificados 2, 3 e 4, são apresentados na Tabela 4.

TABELA 4: Ajuste para modelos de múltiplos volumes.

Modelo	Coeficientes					Estatísticas	
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	R^2	CV%
1	0,0000255	1,7924654	1,2645199	1,4617245	1,1432144	0,98	9,6
2	0,0000262	1,7851782	1,2681850	0,1742849		0,98	9,4
3	0,0000303	1,7570263	1,2614963	2,6892173		0,99	22,5
4	0,0000251	1,8096174	1,2677298	0,1195522		0,99	7,0

Observa-se, que a análise do coeficiente de determinação e do coeficiente de variação indicou o modelo modificado nº 4, como o de melhor ajuste. No entanto, a análise da Figura 4, mostra que este modelo tende a superestimar o volume comercial sem casca para árvores de menores dimensões.

O modelo modificado nº 2, superestimou o volume comercial sem casca para as árvores de menores dimensões. Comportamento semelhante apresentaram os modelos modificados 2 e 3. Já o modelo original proposto por Leite *et al.* (1995) (equação 1), estimou de forma satisfatória o volume comercial com e sem casca, porém apresentou a tendência de subestimar o volume total com e sem casca principalmente em árvores de menores dimensões.

De maneira geral, pode-se recomendar a utilização de qualquer um dos métodos testados, sendo a melhor distribuição dos resíduos apresentado pelo modelo de Honner. O método dos dois diâmetros e o modelo para múltiplos volumes, no entanto, apresentam algumas vantagens que devem ser consideradas: o primeiro, por não utilizar medições de altura como variável independente possibilita a medição de um maior número de árvores amostras e conseqüentemente pode-se obter maior precisão ajustando os modelos para diversos espaçamentos e sítios sem aumentar os custos de inventário florestal. O modelo para múltiplos volumes apresenta a vantagem de estimar com precisão os volumes com e sem casca para diferentes diâmetros limites com a utilização de uma única equação, evitando a utilização e o trabalho empregado no ajuste de equações separadas para cada diâmetro mínimo comercial.

CONCLUSÕES

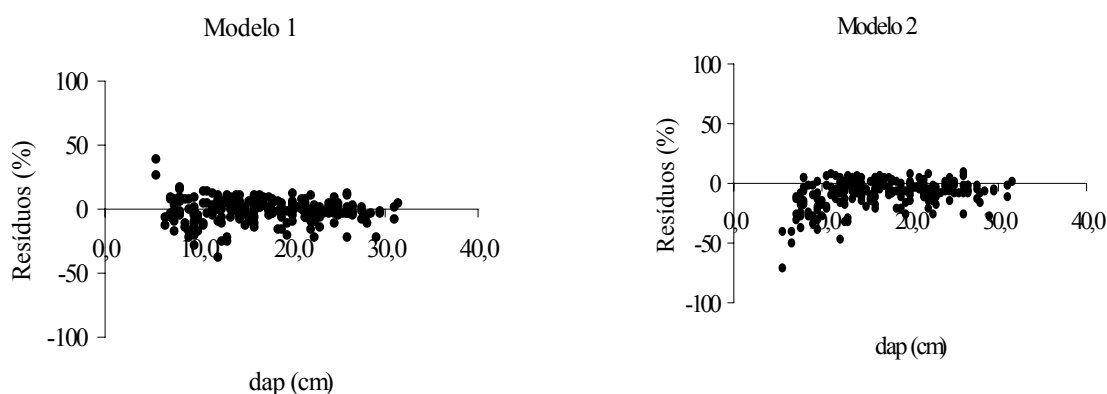
Os resultados permitem concluir que:

Todos os modelos testados estimaram com boa precisão o volume comercial sem casca para *Eucalyptus saligna*, embora os dados tenham sido coletados em diferentes regiões, espaçamentos, idades e sítios.

O método dos dois diâmetros não estimou de maneira satisfatória o volume comercial sem casca para árvores de menores dimensões.

O modelo para múltiplos volumes, tanto na sua forma original, como modificada, não apresentou bom desempenho na estimativa do volume total com e sem casca, sendo que as melhores estimativas para o volume comercial foram obtidas com o modelo original.

Pode-se recomendar a utilização de qualquer um dos métodos utilizados para esta espécie, na região estudada, sendo o modelo de razão volumétrica de Honner, o mais preciso.



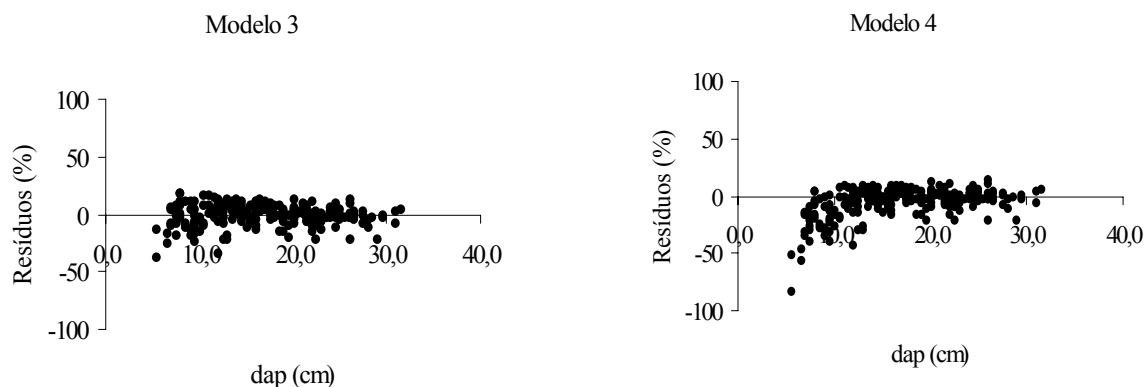


FIGURA 4: Distribuição dos resíduos para volume comercial sem casca de *Eucalyptus saligna* para os modelos 1, 2, 3 e 4.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, J.C.C., TREVIZOL JUNIOR, T.L., PAULA NETO, F. Ainda sobre a seleção de equações de volume. **Revista Árvore**, Viçosa, v.9, n.2, p.115-126, 1985.

FRANCO E.J. Eficiência dos métodos para estimativa volumétrica de *Eucalyptus camaldulensis*. **Cerne**, Lavras, v.3, n.1, p.82-116, 1997.

LEITE, H.G., GUIMARÃES, D.P., CAMPOS, J.C.C. Descrição e emprego de um modelo para estimar múltiplos volumes de árvores. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.1, p.65-79, 1995.

PAULA NETO, F. Tabelas volumétricas com e sem casca para *Eucalyptus saligna*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.1, n.1, p.3-53, 1977.

PAULA NETO, F., SOUZA, A.L., QUINTAES, P.C.G et al. Análise de equações volumétricas para *Eucalyptus spp.*, segundo o método de regeneração na região de José de Melo-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.7, n.1, p.56-70, 1983.

SCHUMACHER, F.X., HALL, F. Logarithmic expression of timber-tree volume. **Journal Agricultural Research**, Faisalabad, v.47, n.9, p.719-734, 1933.

SILVA, J.A.A., PAULA NETO, F., BRANDI, R.M et al. Análise de modelos volumétricos para construção de tabelas de volume comercial de *Eucalyptus spp.*, segundo a espécie, a região e os métodos de regeneração. **Revista Árvore**, Viçosa, v.2, n.1, p.86-99, 1978.

SILVA, J.A.A., BORDERS, B.E., BRISTER, G.H. A tree volume equation based on two lower stem diameter for Caribbean pine in Sri Lanka. **Commonwealth Forestry Review**, v.7, n.12, p.114-116, 1992.

SILVA, J.A.A., MACHADO, S.A., BORDERS, B.E. Aumento da precisão de modelos volumétricos através do uso da transformação de Box e Cox. **Cerne**, Lavras, v.1, n.1, p.13-16, 1994.

SILVA, J.A.A., MACHADO, S.A., MEUNIER, I.M.J et al. Modelagem volumétrica de *Pinus elliottii* Engelm., no Planalto do Estado de Santa Catarina. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24, n.1, p.91-96, 2000.

INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO NO CRESCIMENTO EM DIÂMETRO E ÁREA BASAL DE *Eucalyptus grandis*, EM RIO PARDO, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

INFLUENCE OF THE SPACING IN THE GROWTH IN DIAMETER AND BASAL AREA OF *Eucalyptus grandis*, IN RIO PARDO, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

Paulo Renato Schneider¹ Juarez Martins Hoppe² Jorge Antônio Farias³
Cesar Augusto Guimarães Finger⁴ Paulo Sérgio Pigatto Schneider⁵

RESUMO

Neste trabalho foi estudada a influência do espaçamento sobre o crescimento em diâmetro de *Eucalyptus grandis*. O experimento foi instalado, em agosto de 1992, no município de Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brasil, numa área de propriedade da Associação dos Fumicultores do Brasil. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e doze tratamentos, definidos por espaçamentos de: 1 x 1 m; 1 x 1,5 m; 2 x 1 m; 2 x 1,5 m; 2 x 2 m; 2 x 2,5 m; 2,5 x 1,5m; 2,5 x 2,5 m; 3 x 2 m; 3 x 2,5 m; 3 x 3 m; e 3 x 4 m. Os resultados obtidos permitiram concluir, aos oito anos de idade, que os diâmetros e áreas basais apresentaram diferença significativa entre os espaçamentos testados, a uma probabilidade de significância de 0,0001. Os diâmetros e as áreas basais foram fortemente afetados pela densidade populacional, sendo o diâmetro médio maior nos maiores espaçamentos, porém as áreas basais com os menores. O diâmetro médio pode ser estimado por um modelo matemático com uma função da idade (t) e do espaço vital em metros quadrados (EV), expresso por: $\ln d = 2,8388 + 0,0051 \cdot (t^2) - 1,3385 \cdot (1/EV)$, e a área basal pode ser estimada com alta precisão em função do espaço vital e idade, através da seguinte equação: $\ln G = 3,4058 - 0,0555 \cdot (EV) + 0,0113 \cdot (t^2)$. Ambos os modelos apresentaram ótima precisão estatística, com coeficiente de determinação superior a 0,82 e erro padrão da estimativa inferior a 0,1183.

Palavras-chave: diâmetro, crescimento, espaçamento, *Eucalyptus grandis*.

ABSTRACT

In this work it was studied the influence of the spacing on the growth in diameter of *Eucalyptus grandis*. The experiment was installed, in August of 1992, in the municipal district of Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brazil, in an area of property of the Association of Fumicultores of Brazil. The used statistical delineamento was it of blocks to the maybe, with three repetitions and twelve treatments, defined for the spacing of: 1 x 1 m; 1 x 1,5 m; 2 x 1 m; 2 x 1,5 m; 2 x 2 m; 2 x 2,5 m; 2,5 x 1,5m; 2,5 x 2,5 m; 3 x 2 m; 3 x 2,5 m; 3 x 3 m; and 3 x 4 m. The obtained results allowed to end, to the eight years of age, that the diameters and basal areas presented significant difference among the tested spacing, the a probability of significance of 0,0001. The diameters and the basal areas were affected strongly by the population density, being the larger medium diameter in the largest spacing, however the basal areas with the smallest ones. The medium diameter can be dear for a mathematical model with a function of the age (t) and of the vital space in square meters (EV), expresses for: $\ln d = 2,8388 + 0,0051 \cdot (t^2) - 1,3385 \cdot (1/EV)$, and the basal area can be dear with high precision in function of the vital space and age, through the following equation: $\ln G = 3,4058 - 0,0555 \cdot (EV) + 0,0113 \cdot (t^2)$. Both models presented great statistical precision, with coefficient of superior determination to 0,82 and I miss pattern of the inferior estimate to 0,1183.

Key word: diameter, growth, spacing, *Eucalyptus grandis*.

INTRODUÇÃO

A permanente busca por alternativas para melhorar a qualidade e quantidade do produto final, têm constituído-se numa preocupação permanente no manejo florestal de *Eucalyptus*. Por isto, a definição de tratos e métodos silviculturais que aprimorem e aumentem a produtividade das florestas, têm merecido destaque, especialmente na

¹ Dr., Prof. Tit. do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 97960-600 Santa Maria, RS. E-mail: paulors@smail.ufsm.br

² Dr., Prof. Adj. do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 97960-600 Santa Maria, RS. E-mail: hoppe@ccr.ufsm.br

³ Eng^o. Florestal, AFUBRA, Rua Julio de Castilhos 1031, Santa Cruz do Sul, RS. E-mail: farias@afubra.com.br

⁴ Dr., Prof. Adj. do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 97960-600 Santa Maria, RS. E-mail: finger@smail.ufsm.br

⁵ Acadêmico de Engenharia Florestal, UFSM, 97960-600 Santa Maria, RS.

definição do espaçamento dos plantios florestais. Os aspectos referentes a espaçamento em florestas de eucaliptos, têm constituído-se em assunto de muita controversa e de grande importância para o estabelecimento dos povoamentos, mesmo sendo um dos fatores mais facilmente manejáveis, pelo produtor. Porém, este tem um grande reflexo econômico, por sua relação com os custos de plantio, tratos culturais, exploração, qualidade dos produtos e sua utilização industrial.

Segundo Hillis & Brown (1978) a maioria dos *Eucalyptus* de rápido crescimento são intolerante a competição, ocorrendo uma rápida segregação das árvores do talhão em estratos dominantes, codominantes e dominados. Isto ocorre, segundo Andrae (1978), devido a necessidade das plantas de consumir luz, água, nutrientes, CO₂ e ocupar espaço, faz com que entrem em concorrência entre si, em busca destes elementos. Nesta concorrência vencem aqueles indivíduos que tem a maior vitalidade. Porém, algumas espécies respondem de forma diferente em relação ao espaçamento de plantio, pois algumas necessitam mais espaço vital para o desenvolvimento da área de suas copas do que outras.

Em estudo de espaçamento para *Eucalyptus* sp., realizado por Guimarães (1961), utilizando dimensões com variação de 1,0 x 1,0 m até 3,0 x 2,0 m, constatou que o número de árvores eliminadas pela concorrência aumentava com a densidade dos povoamentos, tendo sido maior nos povoamentos de menor espaçamento. Observou que a sobrevivência do *E. saligna*, aos 8 anos de idade, foi influenciada pelo espaçamento. Nos espaçamentos inferiores à 2 m²/planta a sobrevivência foi da ordem de 38% e nos maiores que 4,5 m²/planta foi de aproximadamente 56%.

Da mesma forma, Chaves (1997) estudando a influência do espaçamento de plantio na produção de *Eucalyptus grandis*, observou que a redução do espaçamento pelo aumento da lotação inicial, propiciou um aumento da porcentagem de falhas e uma redução dos valores de variáveis individuais como altura, DAP e volume por árvore. Porém, com um aumento dos valores de parâmetros populacionais, como a área basal e o volume por hectare.

Por outro lado, Fishwick (1976) concluiu que em espaçamentos muito reduzidos, o diâmetro das árvores é menor, existindo muitas árvores dominadas, e que nem sempre a produção volumétrica é um fator decisivo. Constatou, também, que os maiores espaçamentos tiveram ação positiva sobre o crescimento em diâmetro, mas não influenciando o crescimento em altura.

No entanto, Simões et al. (1976) consideram que a escolha do espaçamento deve ser feito em função do sítio, da espécie e das finalidades da implantação, relacionado ao objetivo de produção. Neste sentido, Rensi Coelho et al. (1970) estudaram o comportamento de espécies de eucaliptos face ao espaçamento, concluíram para o *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus alba* e *Eucalyptus propinqua*, plantados em espaçamentos de 3,0 x 2,0 m e 3,0 x 1,5 m, que os espaçamentos tiveram ação positiva sobre o crescimento em diâmetro das árvores e que o volume empilhado de madeira com casca produzido aos 5 anos, foi maior no espaçamento de 3,0 x 1,5 m do que no de 3,0 x 2,0 m.

Vidal & Dela Lucia (1987) estudando o efeito do espaçamento na produção em peso e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla*, aos 52 meses de idade, constataram que os espaçamentos variando de 1,0 x 1,0 m até 2,0 x 3,0 m não afetaram, ao nível de 5 % de probabilidade, a densidade da madeira, densidade de casca, bem como o peso de madeira, peso de casca e peso de madeira com casca entre as classes de diâmetro.

Em decorrência das constantes controvérsias existentes no meio florestal sobre as influência dos espaçamentos iniciais sobre o crescimento em diâmetro e área basal das espécies de *Eucalyptus* sp., foi realizada a presente pesquisa para obter respostas concretas sobre influência destes fatores em povoamentos implantados com o objetivo de produção de matéria-prima para energia e ou celulose, em rotação curta.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi instalado, em agosto de 1992, no município de Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brasil, em área de propriedade da Associação dos Fumicultores do Brasil (AFUBRA).

A área do estudo localiza-se entre as coordenadas geográficas de 30° 20' de latitude sul e 51° 31' de longitude oeste do meridiano de Greenwich, a uma altitude de, aproximadamente, 100 m acima do nível médio do mar.

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen é do tipo Cfa, com temperatura média dos meses mais quente em torno de 25,1°C, temperatura média dos meses mais frio de 14,1°C e a precipitação média anual em torno de 1699 mm (Moreno, 1961).

De acordo com Lemos (1973), o solo da área pertence à unidade de mapeamento Rio Pardo, sendo profundo, de coloração avermelhada em toda a extensão do perfil, argilosos, bem drenados e derivados de siltitos finos da Formação Rio Pardo. Apresentam limitações pela baixa fertilidade natural, sendo fortemente ácidos, com saturação de bases baixa, relativamente pobres em nutrientes, com teores de alumínio trocável ponderáveis.

A espécie utilizada no experimento foi o *Eucalyptus grandis*, tendo as mudas sido produzidas no viveiro da AFUBRA, localizado próximo a área de estudo.

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições e doze tratamentos. Os tratamentos foram definidos pelo espaçamento inicial de: 1 x 1 m (1 m²); 1 x 1,5 m (1,5 m²); 2 x 1 m (2 m²); 2 x 1,5 m (3 m²); 2 x 2 m (4 m²); 2 x 2,5 m (5 m²); 2,5 x 1,5m (3,75 m²); 2,5 x 2,5 m (6,25 m²); 3 x 2 m (6 m²); 3 x 2,5 m (7,5 m²); 3 x 3 m (9 m²); e 4 x 3 m (12 m²).

As parcelas possuíam dimensões aproximadas, com variações para permitir acomodar um mínimo de

indivíduos implantados nos espaçamentos utilizados, e que permitisse no final do experimento um número mínimo de observações por tratamento, sem prejudicar a análise estatística.

Antes da implantação, a área sofreu um preparo de solo, com uma aração seguida de uma gradagem leve, realizada com trator agrícola. No plantio das mudas foi aplicado uma adubação com nitrato de cálcio. Durante a condução do experimento foram realizados tratamentos culturais normais, como capinas, roçadas, coroamentos e combate a formiga.

As medições das parcelas do experimento foram realizadas anualmente, sendo medidos os diâmetros à altura do peito e altura total das árvores das parcelas. Além disso, foram feitas observações sobre o estado sanitário das plantas, falhas e danos bióticos e abióticos eventuais.

A análise de variância do experimento e a modelagem das regressões, feita pelo procedimento Forward de regressão, foram realizadas com o auxílio do pacote SAS (Statistical Analysis System).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Crescimento em diâmetro em função do espaçamento e idade

Os resultados da análise de variância do crescimento em diâmetro à altura do peito uma função do espaçamento inicial, aos oito anos de idade, encontram-se na Tabela 01.

TABELA 01: Análise de variância do diâmetro em função do espaçamento, aos oito anos de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.> F
Blocos	2	2,68	1,34	0,91	0,4189
Tratamentos	11	338,57	30,78	20,77	0,0001
Resíduo	22	32,61	1,48		
Total	35	373,86			

Sendo: GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F; Prob. > F = probabilidade de significância maior que o valor de F.

Nesta Tabela 01, observa-se que houve uma diferença significativa entre os diâmetro à altura do peito dos tratamentos de espaçamentos, para uma probabilidade de significância de 0,0001, maior que o valor de F.

A comparação das médias de diâmetros dos tratamentos pelo método de Duncan, para uma probabilidade de significância de 0,05 %, indicou que os espaçamentos mais amplos de 7,5 m² a 12,0 m² não diferiram entre si, mas sim dos demais tratamentos de espaçamentos, porém com grandezas diferentes. Da mesma forma, os tratamentos com 1,0 m² a 2,0 m² também não apresentaram diferença entre si. Por outro lado, os tratamentos com 2,0 m² a 4,0 m² também foram semelhantes, porém diferindo significativamente dos demais. Verificou-se outras combinações de espaçamentos próximos que não apresentaram diferença significativa entre si, porém os médios de diâmetros foram distintos.

Os maiores diâmetros médios foram obtidos nos espaçamentos de 12,0 m² com 23,2 cm e no de 9,0 m² com 22,6 cm e, o menor diâmetro médio de 13,1 cm foi encontrado no espaçamento com 1,5 m², aos oito anos de idade. A comparação dos diâmetros médios por tratamento pode ser observada na Figura 01.

A variação do diâmetro médio, encontrado em alguns espaçamentos, pode estar vinculada as dimensões dos espaçamentos entre linhas e na linha. Observou-se uma maior concorrência entre os indivíduos quando o espaçamento entre linhas era mais reduzido, tendo como consequência uma maior mortalidade de indivíduos e resultando num menor diâmetro médio, o que pode explicar as pequenas variações de tendência de crescimento do diâmetro médio entre tratamentos.

Na Tabela 02 são apresentados os resultados estatísticos por passo da modelagem pelo procedimento Forward de regressão da equação de diâmetro à altura do peito em função das variáveis idade e espaço vital entre as árvores, simuladas para a forma original, inversa, quadrática e logarítmica.

No passo 1, a variável independente selecionada foi o inverso do espaço vital (1/EV), tendo seu coeficiente apresentado um erro padrão igual a 0,779 e um F de 324,0, significativo para uma probabilidade maior que F de 0,0001. No passo 2, houve a inclusão da variável independente idade ao quadrado (t²), a seu coeficiente apresentou um erro padrão igual a 0,0004 e um F de 173,0, significativo para uma probabilidade maior que F de 0,0001. No passo 3, houve a inclusão da variável independente definida pelo logaritmo do espaço vital (ln EV), tendo seu coeficiente apresentado um erro padrão igual a 0,0306 para um F de 4,7, com probabilidade de significância muito baixa, de apenas 0,521. Devido a esta baixa significância desta variável (ln EV), incluídas no passo 3, foi excluída do modelo, tendo sido, então, o modelo de regressão definido no passo 2. Este modelo apresentou um coeficiente de determinação de 0,8207, indicando um bom ajuste da variável dependente, e um erro padrão da estimativa baixo de 0,0898, o que indica a possibilidade de estimar valores de diâmetro com baixo erro. Assim, a regressão para estimar o diâmetro à altura do peito (d) foi definido em função do espaço vital em metros quadrados (EV) e da idade (t²), através de um modelo semi-logarítmico expresso por: $\ln d = 2,8388 - 1,3385 \cdot (1/EV) + 0,0051 \cdot (t^2)$.

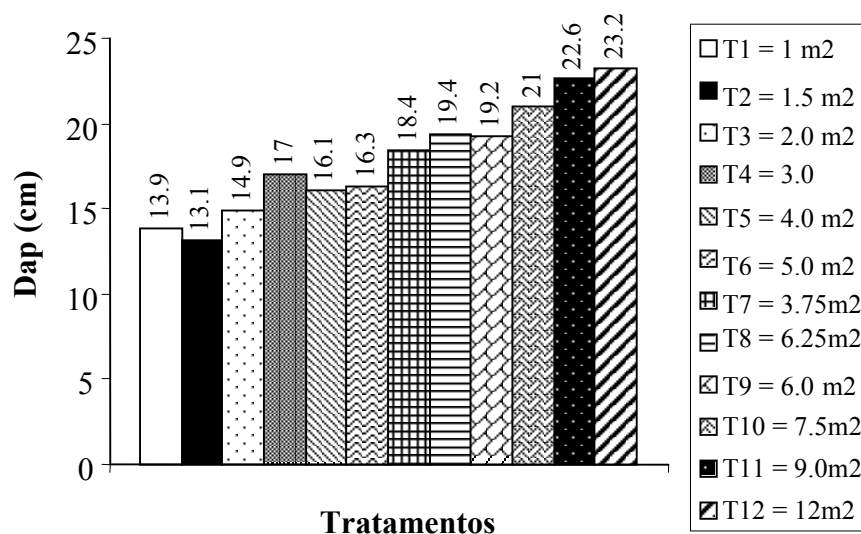


FIGURA 01: Diâmetro médio em função do espaçamento aos oito anos de idade

TABELA 02: Parâmetros estatísticos da modelagem da equação de diâmetro à altura do peito.

Passo	Variável Independente	B _j	Sy _x B _j	F _{Bj}	Prob.>F	R ²	Sy _x
1	Intercepto	3,0497	0,0198	23625,2	0,0001	0,6454	0,1256
	1/EV	-1,4030	0,0779	324,0	0,0001		
2	Intercepto	2,8388	0,0214	17615,1	0,0001	0,8207	0,0898
	1/EV	-1,3385	0,0556	575,4	0,0001		
	t ²	0,0051	0,0004	173,0	0,0001		
3	Intercepto	2,5947	0,0840	945,6	0,0001	0,8211	0,0884
	1/EV	-0,9171	0,1456	39,7	0,0001		
	t ²	0,0052	0,0004	185,8	0,0001		
	ln EV	0,0956	0,0306	4,7	0,0521		

Sendo: t = idade em anos; EV = espaço vital em m²; B_j = coeficientes; Sy_xB_j = erro padrão dos coeficientes; F_{Bj} = valor de F dos coeficientes; R² = coeficiente de determinação; Sy_x = erro padrão da estimativa.

Na Figura 02 é apresentada uma simulação da tendência do crescimento em diâmetro em função da idade e espaço vital. A forma das curvas segue a tendência de uma parábola invertida, mas representa apenas a fase inicial de uma típica função de crescimento. Observa-se que os maiores diâmetros ocorrem nos espaçamentos mais amplos, de 12 m² de espaço vital, e os menores diâmetros nos espaçamentos mais reduzidos, de 1 m² de espaço vital.

Crescimento em área basal em função do espaçamento e idade

A análise de variância da área basal por hectare em função dos tratamentos de espaçamentos, encontra-se na Tabela 03, onde se observa que ocorreu uma diferença significativa das áreas basais por hectare em função dos tratamentos de espaçamentos, para uma probabilidade de significância de 0,0001 maior que o valor de F.

A comparação das médias dos tratamentos pelo método de Duncan a 0,05 % de probabilidade de significância indicou que os tratamentos com espaçamentos com 1,0 m² à 4,0 m² não diferiram estatisticamente entre si, mas sim dos demais tratamentos; da mesma forma os espaçamentos com 5,0 m² à 9,0 m² também não diferiram entre si; igualmente, não houve diferença significativa entre os tratamentos com 7,5 à 12,0 m²; por outro lado, também ocorreram diferenças não significativas entre tratamentos com espaçamentos intermediários; porém, em todos os casos, ocorreram diferenças absolutas significativas de valor de área basal.

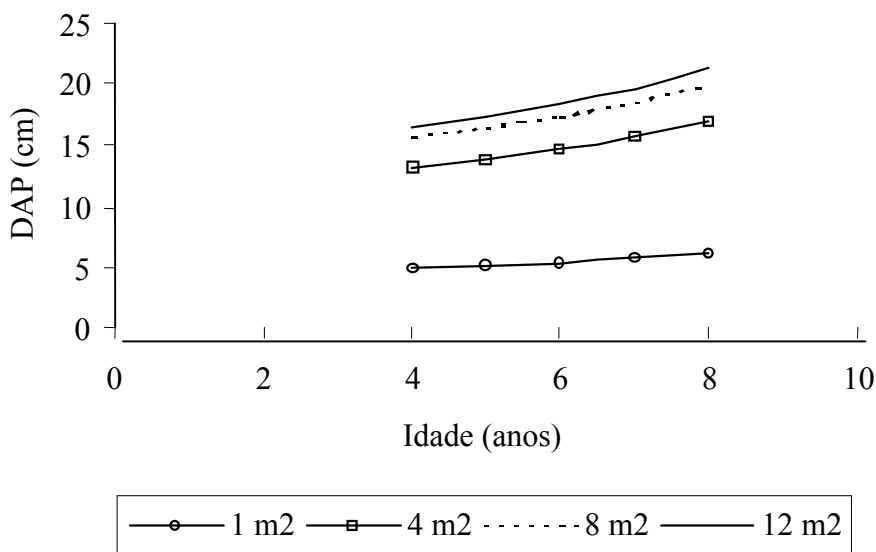


FIGURA 02: Simulação do crescimento em diâmetro à altura do peito em função da idade, por espaço vital

TABELA 03: Análise de variância da área basal por hectare em função do espaçamento, aos oito anos de idade.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Prob.> F
Blocos	2	19,03	9,52	0,29	0,7543
Tratamentos	11	2802,46	254,77	7,64	0,0001
Resíduo	22	733,23	33,32		
Total	35	3554,73			

Sendo: GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F; Prob. > F = probabilidade de significância maior que o valor de F.

A maior área basal, aos oito anos de idade, foi de 57,7 m²/ha, obtida no espaçamento mais reduzido de 1,0 x 1,0 m (1,0 m²) e, a menor área basal de 24,3 m²/ha foi obtida no tratamento mais amplo de 3,0 x 4,0m (12,0 m²), como mostra a Figura 03.

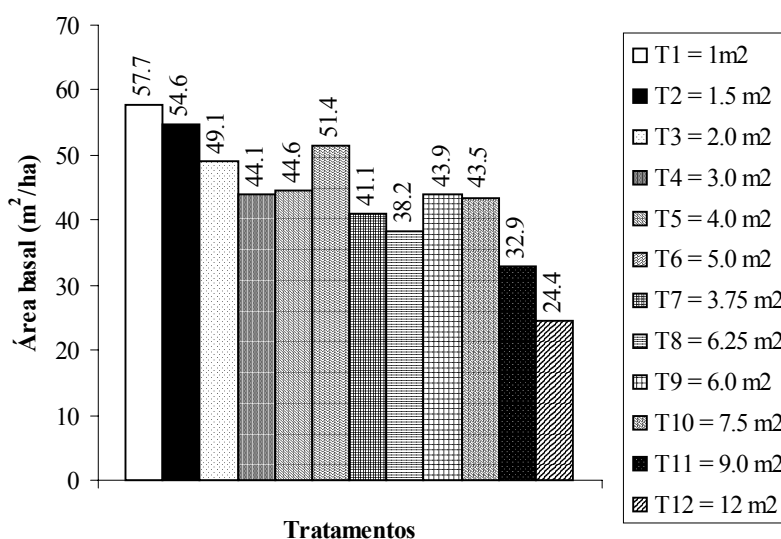


FIGURA 03: Área basal em função do espaçamento aos oito anos de idade.

Na Tabela 04 é apresenta o resultado estatístico por passo da modelagem da equação de área basal em função

das variáveis independentes idade e espaço vital entre as árvores, simuladas para a forma original, inversa, quadrática e logarítmica.

TABELA 04: Parâmetros estatísticos da modelagem da equação de área basal.

Passo	Variável Independente	B _j	Sy _{xB_j}	F _{B_j}	Prob.>F	R ²	Sy _x
1	Intercepto	3,8258	0,0283	18195,3	0,0001	0,5881	0,2267
	EV	-0,1544	0,0036	216,5	0,0001		
2	Intercepto	3,4058	0,2430	19619,0	0,0001	0,8774	0,1183
	EV	-0,0555	0,0019	835,1	0,0001		
	t ²	0,0113	0,0005	474,8	0,0001		
3	Intercepto	3,2068	0,0408	512,5	0,0001	0,8788	0,1082
	EV	-0,0452	0,0025	327,1	0,0001		
	t ²	0,0115	0,0005	583,6	0,0001		
	1/EV	0,5592	0,0959	7,9	0,0321		

Sendo: t = idade em anos; EV = espaço vital em m²; B_j = coeficientes; Sy_{xB_j} = erro padrão dos coeficientes; F_{B_j} = valor de F dos coeficientes; R² = coeficiente de determinação; Sy_x = erro padrão da estimativa.

No passo 1, a variável independente selecionada foi o espaço vital (EV), tendo seu coeficiente apresentado um erro padrão igual a 0,0036 e um F de 216,5, significativo para uma probabilidade maior que F de 0,0001. No passo 2, houve a inclusão da variável independente idade ao quadrado (t²), a seu coeficiente apresentou um erro padrão igual a 0,0005 e um F de 474,8, significativo para uma probabilidade maior que F de 0,0001. No passo 3, houve a inclusão da variável independente definida inverso espaço vital (1/EV), tendo seu coeficiente apresentado um erro padrão igual a 0,0959 para um F de 7,9, com probabilidade de significância muito baixa, de apenas 0,0321. Devido a esta baixa significância desta variável (1/EV), incluídas no passo 3, foi excluída do modelo, tendo sido, então, o modelo de regressão definido no passo 2. Este modelo apresentou um coeficiente de determinação de 0,8774, indicando um bom ajuste da variável dependente, e um erro padrão da estimativa baixo de 0,1183, o que indica a possibilidade de estimar valores de área basal com baixo erro. Assim, a regressão para estimar a área basal por hectare (G) foi definida em função do espaço vital em metros quadrados (EV) e idade (t²), através de um modelo semi-logarítmico expresso por: $\ln G = 3,4058 - 0,0555 \cdot (EV) + 0,0113 \cdot (t^2)$.

As tendências de crescimento da área basal por hectare por idade, apresentam uma tendência a forma de uma parábola invertida, tendo sido fortemente afetada pela densidade populacional. As maiores áreas basais foram obtidas nos espaçamentos mais reduzidos, porém com diâmetros médios menores, e as menores áreas basais nos espaçamentos mais amplos, mas com diâmetros maiores. As curvas de crescimento da área basal no tempo apresentaram uma diferença proporcional ao tamanho do espaçamento utilizado, mas indica apenas a fase inicial uma função típica de crescimento, como pode ser observado na Figura 04.

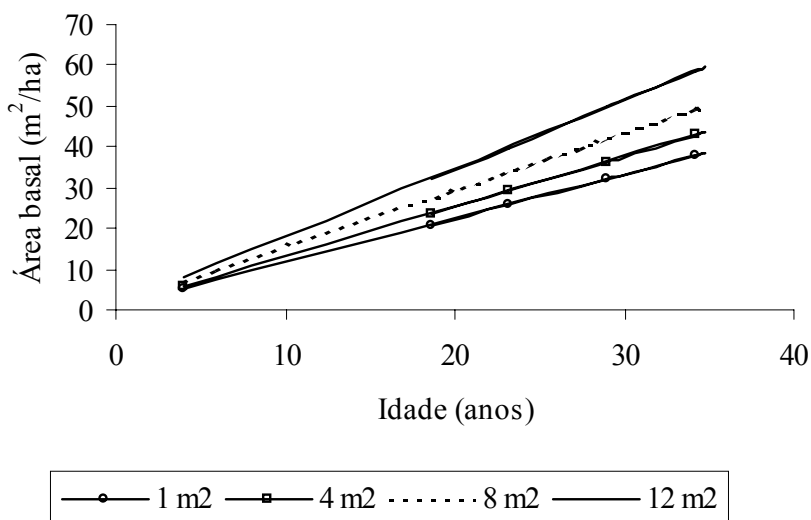


FIGURA 04: Simulação do crescimento em área basal por hectare em função da idade.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram concluir que: os diâmetros e área basal apresentaram diferença significativa entre os espaçamentos testados, a uma probabilidade de significância maior que 0,0001, por conseguinte fortemente afetados pela densidade populacional; o diâmetro médio estimado foi diretamente proporcional a grandeza do espaçamentos, sendo maior nos espaçamentos mais amplos do que nos mais reduzidos; o diâmetro médio pode ser estimado com alta precisão em função da idade (t) e espaço vital (EV) em metros quadrados, através da função: $\ln d = 2,8388 + 0,0051 \cdot (t^2) - 1,3385 \cdot (1/EV)$, que apresentou um coeficiente de determinação de 0,8207 e um erro padrão da estimativa de 0,0898; os valores de área basais obtidos aos oito anos de idade foram inversamente proporcionais ao espaço vital entre as árvores, sendo maior nos menores espaçamentos e menores em espaçamentos maiores; a área basal pode ser estimada com alta precisão em função do espaço vital e idade, através da seguinte equação: $\ln G = 3,4058 - 0,0555 \cdot (EV) + 0,0113 \cdot (t^2)$, que apresentou um coeficiente de determinação de 0,8774 e um erro padrão da estimativa de 0,1183.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRAE, F. H., **Ecologia florestal**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 1978, 230p.
- CHAVES, R., Espaçamento em *Eucalyptus*. **Anais...** Conferência IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos. V. 3, Silvicultura, produtividade e utilização de eucaliptos, Salvador, Brasil, 24 - 29 de agosto, 1997, p.180 - 185.
- FISHWICK, R. W. Estudo de espaçamentos e desbastes em planta coes brasileiras. **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, n.7, v.27, p:13-23, 1976.
- GUIMARÃES, R. F. Ensaio de espaçamento em *Eucalyptus saligna* Sm. para produção de lenha. **Serv. Flor.** CIA Paulista Estrada Ferro Boi., 6. 42p. 1961.
- HILL, W. E.; BROWN, A. G. ***Eucalyptus for wood production***. Melbourne: Casino, 1978, 433p.
- LEMOS, R. C.; AZOLIN, M. D.; ABRAÃO, P. V. R.; SANTOS, M. C. L. **Levantamento e Reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife: Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias – Divisão de Pesquisas Pedológicas, 1973, 431p. (Boletim Técnico, 30)
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961, 42p.
- RENSI COELHO, A. S.; MELLO, H. A.; SIMÕES, J.W. Comportamento de espécies de eucaliptos face ao espaçamento. **IPEF** . n.1, p.29-55. 1970.
- SIMÕES, J. W. et alii. Formação de florestas com espécies de rápido crescimento. Série divulgação. PRODEPEF, 1976.
- VITAL, B.R.; DELLA LUCIA, R.M. Efeito do espaçamento na produção em peso e na qualidade da madeira em *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* aos 52 meses de idade. **Revista Árvore**. v.11, n.2, p.132-145. 1987.

SELEÇÃO DE EQUAÇÕES PARA O PARICÁ (*Schizolobium amazonicum* HUBER EX DUCKE), NO ESTADO DE RORAIMA

SELECTION OF EQUATIONS FOR PARICÁ (*Schizolobium amazonicum* HUBER EX DUCKE), IN THE RORAIMA STATE

Helio Tonini¹Maria Rutinéia Nobre Pereira² Marcelo Francia Arco-verde¹ Moisés Mourão Junior³

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar o crescimento de três procedências de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) e selecionar equações para estimar a altura total, volume comercial e fator de forma. O crescimento do paricá, aos cinco anos de idade, mostrou-se promissor com um incremento médio anual em diâmetro e volume comercial de 3,3 cm e 31,3 m³/ha/ano respectivamente. A análise do coeficiente de determinação ajustado, erro padrão de estimativa em porcentagem e análise gráfica das tendências entre os valores observados e estimados, indicaram a equação hipsométrica de Prodan, como a de melhor ajuste para todas as procedências. A análise de covariância indicou que a forma da curva altura/diâmetro e de volume comercial não variou com a procedência, não sendo necessário o ajuste em separado.

Palavras-chave: Amazônia, espécies nativas, dendrometria, volume comercial, fator de forma comercial.

ABSTRACT

This work had the objective of studying the growth of three accesses of paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) and to select equations to fit the total height, merchantable volume and form factor. The growth of paricá to the five years, showed promising with a medium annual increment in diameter and merchantable volume of 3,3 cm and 31,3 m³/ha/year. The adjusted determination coefficient, standard error in percentage and tendencies among the observed and fitted values analysis indicated the hypsometric equation of Prodan, as the one of better adjustment for all the accesses. The covariance analysis indicated that the h/d curve and merchantable volume pattern did not vary with the access, not being necessary separate fit.

Key words: Amazonia, native species, dendrometry, merchantable volume, form factor

INTRODUÇÃO

A base do desenvolvimento da Amazônia tem se caracterizado até os dias atuais, pela atividade econômica puramente extrativista, pelo mau uso do patrimônio natural e precariedade de incentivos na geração de tecnologias capazes de minimizar a degradação ambiental.

Grande parte da região amazônica não possui características fisiográficas e edafoclimáticas ideais para a prática agrícola convencional. Monoculturas extensivas e grandes projetos agropecuários, em geral impactantes ao meio rural amazônico, também não estão ao alcance da unidade familiar típica amazônica. Na tentativa de reverter este cenário buscam-se alternativas que contribuam significativamente para o desenvolvimento sustentável desta região, com custos sociais, econômicos e ambientais mínimos.

No contexto da busca de solução para produção de madeira e recuperação das áreas degradadas, Santos *et al.*, (2000), citam que uma das possibilidades é a introdução de cultivos de várias espécies florestais de forma consorciada. Esta prática, além de fornecer matéria-prima para a indústria madeireira, pode vir a contribuir com a redução das pressões sobre os recursos naturais. Uma das espécies que tem mostrado crescimento promissor na região amazônica é o paricá ou pinho - cuiabano (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke).

O paricá é uma árvore heliófila pertencente a família Caesalpinaceae sendo vulgarmente chamado de faveira, faveira-branca, ficheiro, flexeiro, paricá-grande, pinho-cuiabano-branco e pinho-cuiabano-rosa (<http://www.tropicalwood.com.br>), guapuruvu-da-amazônia (Carvalho, 1994) e bandararra (Bianchetti *et al.*, 1997).

Carvalho (1994), comenta que o gênero *Schizolobium*, possui duas espécies: *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke e *Schizolobium parahyba* (Velloso) Blake. Segundo o autor, o *Schizolobium amazonicum* ocorre na Amazônia Brasileira, Peruana e Colombiana, onde é árvore da floresta primitiva e secundária, de terra firme e várzea alta. Apresenta uma grande semelhança com o guapuruvu (*S. parahyba*) e, atualmente, é procurado para plantio principalmente em Rondônia e no Pará, sendo muito utilizado para produção de lâminas interiores (“corestock”) de

¹ Engenheiro Florestal, pesquisador da Embrapa Roraima, Br 174, Km 08, Distrito Industrial, CEP 69301-970, Boa Vista Roraima.

compensado (Santos *et al.*, 2000)

O paricá é considerado árvore de grande porte, chegando a alcançar até 30m de altura. Sua madeira é branca, mole e leve, de peso específico 0,302 sendo utilizada na fabricação de forros, palitos de fósforos, papel, compensados, pasta de celulose e laminados de alta qualidade (Rizzini, 1971; Correa & Penna, 1978). Ela apresenta crescimento muito rápido que pode alcançar, já por volta dos 12 a 15 anos de idade, de 15 a 20 m de altura e 60 a 80 cm de DAP (Ducke, 1949; Rizzini, 1971).

As Caesalpinaceas, devido a ampla diversidade de espécies, versatilidade de usos e ao seu papel na dinâmica dos ecossistemas (especialmente no tocante ao suprimento e ciclagem de nitrogênio) apresentam enorme potencial na reabilitação de áreas degradadas, razão pela qual vem sistematicamente inseridas em programas dessa natureza (Resende & Kondo, 2003). Apesar do paricá não ser uma espécie fixadora de nitrogênio, apresenta associação simbiótica com micorrizas. Por apresentar características desejáveis de adaptação, crescimento e melhoria do ambiente, esta espécie vem sendo introduzida em sistemas de recuperação de áreas degradadas.

Por sua extraordinária capacidade de dispersão, o paricá é componente importante na sucessão secundária da floresta tropical úmida, estando presente como espécie pioneira, em lugares onde ocorre regeneração da floresta (Piña-Rodrigues *et al.*, 2000).

O paricá é utilizado na manutenção de cafezais consorciados. Por suas características de desenvolvimento precoce, elevado índice de sobrevivência, intensa dominância apical persistente (apresenta longo fuste sem ramificação) e copa rala, sendo bastante indicado para compor sistemas agroflorestais (SAFS), com o intuito de fazer sombreamento definitivo e enriquecimento de cultivos perenes de porte médio que tenham características umbrófilas.

Desse modo, pequenos produtores rurais vem utilizando o paricá em consórcio com plantios de pupunha. Melo (1998), observou que o paricá foi espécie que mais se destacou em relação ao crescimento inicial, obtendo, naquelas condições, 78% de taxa de sobrevivência, 2,21 m de altura total, 2,07 m de diâmetro de copa e 2,21 cm de diâmetro a altura do peito em apenas seis meses de idade.

Rondon (2002), observou que até o 3º ano o paricá é altamente vulnerável ao vento e cita que medidas preventivas devem ser tomadas no início da implantação, deixando-se uma faixa de mata nativa em torno do plantio. Desta maneira, nas condições avaliadas pelo autor, os espaçamentos que proporcionaram maiores crescimentos foram 4 x 3 m e 4 x 4 m.

Geralmente, os trabalhos dendrométricos são relacionados com espécies introduzidas de rápido crescimento, principalmente os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. As espécies nativas, como o paricá, muitas vezes deixam de ser estudadas, pela inexistência de informações relativas a sua ecologia, silvicultura e biometria.

Portanto, a constante busca por informações atualizadas sobre espécies florestais aptas para o plantio na Amazônia, levaram a realização deste trabalho que teve como objetivos: Estudar o crescimento de três procedências de *Schizolobium amazonicum*; e selecionar equações para estimar a altura total, volume comercial e fator de forma artificial em plantios homogêneos equiâneos.

MATERIAL E MÉTODO

A área estudada localiza-se no Campo Experimental Confiança, no município do Cantá, a 90 km de Boa Vista, capital do Estado de Roraima.

O clima na região, pela classificação de Köppen, é caracterizado como do tipo Ami, com precipitação média de 1900 mm, onde a época chuvosa ocorre no período de abril a setembro, sendo o mês de junho, o mais chuvoso, representando cerca de 19% da precipitação total anual.

O solo é classificado como do tipo argissolo, constituídos por material mineral que tem como características argila de atividade baixa e horizonte B textural. (Embrapa,1999).

Os dados foram provenientes da medição de três procedências (Acre, Pará e Rondônia) de *Schizolobium amazonicum* (paricá) que fizeram parte do projeto “Zoneamento edafo-climático para plantio de espécies florestais de rápido crescimento na Amazônia”, realizado pela Embrapa, com o objetivo de selecionar espécies florestais para plantios na região Amazônica; implantar unidades de validação em diferentes regiões ecológicas e identificar áreas para a coleta de sementes.

As árvores foram plantadas em espaçamento de 3 x 4 metros (12 m²/planta), e o preparo da área foi feito por coveamento direto com a adição de 60 g de superfosfato triplo na cova.

Dentro de cada parcela, foram medidos o diâmetro à altura do peito (DAP), a altura total (h) e o volume comercial (v_c). O volume comercial foi obtido pela cubagem rigorosa de todas as árvores em pé, com auxílio de escadas e trenas até o diâmetro limite de 7cm. Para o cálculo do volume comercial com casca, foi utilizado a metodologia de Smalian, sendo tomadas os diâmetros com casca nas posições 0.1; 0.7; 1.30 e a partir deste ponto, de metro em metro até o diâmetro limite de 7 cm com casca.

Equações testadas

Neste trabalho foram testadas e ajustadas 15 (quinze) equações de relação hipsométrica, que são apresentadas na Tabela 1; 03 (três) equações de volume comercial de simples entrada e 03 (três) de volume comercial de dupla

entrada, conforme é apresentado nas Tabelas 2 e 3.

TABELA 1: Equações de relação hipsométrica ajustadas para *Schilozobium amazonicum* (paricá).

Nº da equação	Equação
01	$\frac{1}{\sqrt{h-1,3}} = b_0 + b_1 \frac{1}{d}$
02	$h - 1,3 = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$
03	$\frac{1}{h-1,3} = \frac{1}{b_0 + b_1 d + b_2 d^2}$
04	$h - 1,3 = b_0 + b_1 d$
05	$h = b_0 + b_1 d$
06	$\ln(h - 1,3) = b_0 + b_1 \frac{1}{d}$
07	$\ln(h) = b_0 + b_1 \frac{1}{d}$
08	$\ln(h) = b_0 + b_1 d$
09	$\ln(h - 1,3) = b_0 + b_1 \ln(d)$
10	$\ln(h - 1,3) = b_0 + b_1 \ln(d) + b_2 \ln^2(d)$
11	$\ln(h - 1,3) = b_0 + b_1 \ln\left(\frac{d}{1+d}\right)$
12	$h = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$
13	$h = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 d^3$
14	$h = b_0 + b_1 \frac{1}{d}$
15	$\frac{d^2}{\sqrt{h-1,3}} = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$

Sendo: h = altura total (m); d = diâmetro a 1.30 m do solo; b₀, b₁, b₂ e b₃ = coeficientes.

Fonte: Finger (1992)

TABELA 2: Equações de volume de simples entrada ajustadas para *Schilozobium amazonicum* (paricá).

Número	Equação	Autor
1	$v = b_0 + b_1 d$	
2	$v = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$	Hohenald-Krenn
3	$v = b_0 + b_1 l/d$	

Sendo: v = volume comercial com casca (m³); d = diâmetro a 1.30 m do solo (cm); h = altura total (m); b₀, b₁ e b₂ = coeficientes.

Fonte: Finger (1992)

TABELA 3: Equações de volume de dupla entrada ajustadas para *Schilozobium amazonicum* (paricá).

Número	Equação	Autor
4	$v = b_0 + b_1 d^2 h$	Spurr
5	$v = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 h$	Stoate
6	$v = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 d h^2 + b_4 h^2$	Naslund

Sendo: v = volume comercial com casca (m³); d = diâmetro a altura do peito (cm); h = altura total (m); b₀, b₁ e b₂ = coeficientes.

Fonte: Finger (1992)

O comportamento do fator de forma comercial em função das variáveis DAP e h, foi estudado mediante o

ajuste das equações apresentadas na Tabela 4. Observa-se nesta Tabela, que algumas equações exigiram cálculos de diâmetros relativos a 30% da altura total da árvore. Neste caso, os diâmetros relativos foram obtidos por interpolação matemática.

TABELA 4: Equações de fator de forma comercial testadas para *Schilozobium amazonicum* (paricá).

Nº da equação	Equação
01	$f = b_0 + b_1 \frac{1}{d^2 h} + b_2 \frac{1}{h} + b_3 \frac{1}{d^2}$
03	$f = b_0 + b_1 \frac{1}{h} + b_2 \frac{h}{d} + b_3 \frac{h}{d^2}$
05	$f = b_0 + b_1 \frac{d_{0,3}^2}{d} + b_2 \frac{h}{d^2}$

Sendo: f = fator de forma comercial; d = diâmetro a altura do peito (cm); $d_{0,3}$ = diâmetro tomado a 30% da altura total da árvore (cm); h = altura total (m); b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 e b_5 = coeficientes.

Fonte: Finger (1992)

Seleção das Equações

Como critério de escolha para as equações de relação hipsométrica, volume e fator de forma comercial utilizou-se os parâmetros do coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), erro padrão de estimativa em porcentagem (Syx%), Índice de Furnival em porcentagem (IF%), e a análise dos valores estimados e observados.

A equação escolhida para representar o comportamento de cada variável analisada foi aquela que apresentou maiores valores de R^2_{aj} , menores valores de Syx% e IF% e distribuição não tendenciosa entre os valores observados e estimados.

Análise de Covariância

Para verificar a necessidade ou não de se fazer o ajuste em separado para cada procedência de paricá foi utilizado a análise de covariância. Na análise de covariância padrão trata-se primeiro a diferença de inclinação, não existindo diferença significativa, trata-se a diferença de nível. Não existindo diferença significativa para nível e inclinação tem-se uma equação comum.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5 podem ser observados os parâmetros dendrométricos médios para as três procedências estudadas de *Schilozobium amazonicum* (paricá).

TABELA 5: Parâmetros dendrométricos médios para três procedências estudadas de *Schilozobium amazonicum* (paricá) aos 5 anos de idade.

Procedência	N	d (cm)	h (m)	f	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	IMA _d (cm)	IMA _h (m)	IMA _v (m ³)
Acre	793	16,3	19,5	0,53	33,2	149,49	3,3	2,8	29,9
Pará	827	16,1	20,6	0,44	33,4	156,92	3,2	2,9	31,4
Rondônia	827	17,4	21,5	0,43	38,9	162,84	3,5	3,07	32,6

Sendo: N = número de árvores por hectare; d = diâmetro a 1,30 m do solo; h = altura total; f = fator de forma comercial; G = área basal por hectare; V = volume comercial por hectare; IMA_d = incremento médio anual em diâmetro; IMA_h = incremento médio anual em altura; IMA_v = incremento médio anual em volume comercial.

As procedências de paricá analisadas apresentaram bom crescimento, destacando-se a procedência de Rondônia que apresentou maiores valores para diâmetro a altura do peito, altura média, área basal por hectare.

Pela análise do incremento médio anual em diâmetro, altura e volume comercial, observa-se que todas as procedências estudadas apresentaram bom desempenho com incrementos médios em diâmetro acima de 3 cm. O bom crescimento de espécies nativas em plantios puros na Amazônia também foram relatados por Miranda & Valentin (2000) que obtiveram incrementos médios anuais de 3,92 cm para Espinheiro-preto (*Acacia pollyphylla*), 2,37 para o taperebá (*Spondias lutea*) aos 4,5 anos de idade.

Santos *et al.* (2000) ao analisar plantios mistos de paricá (*S. amazonicum*) e mogno (*Swietenia macrophylla*) em espaçamento de 3 x 4 m, obteve incrementos médio anual em altura de 2,6 e 0,6 m respectivamente.

Os valores observados nas condições deste estudo foram superiores aos obtidos por Piña-Rodrigues *et al.*

(2000) que observaram valores de altura e DAP médios de 6,68 m e 8,27 cm aos 4 anos de idade. Cabe ressaltar que o espaçamento adotado foi 2 x 2m.

Ajuste das equações

A análise do coeficiente de determinação ajustado, erro padrão de estimativa em porcentagem e análise das tendências entre os valores observados e estimados, indicaram a equação nº 15 (equação de Prodan), como a de melhor ajuste para as três procedências analisadas.

Em relação ao ajuste das equações de volume, tanto as equações de simples entrada quanto as de dupla entrada, apresentaram altos valores de coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}) e baixos valores de erro padrão de estimativa ($Sy_x\%$). Apesar de pouca diferença de ajuste, selecionou-se a equação de dupla entrada nº 5, uma vez que a altura responde por grande parte da variação no volume de uma árvore. No entanto, a equação de simples entrada nº 1 também pode ser utilizada com boa precisão.

Para o fator de forma artificial, foi selecionada a equação 1, como a de melhor ajuste para as três procedências analisadas. O ajuste das equações selecionadas para as três procedências, bem como os parâmetros estatísticos utilizados para a seleção de equações são apresentados na Tabela 6.

TABELA 6: Ajuste das equações selecionadas.

Vd	Equação	Coeficientes				Estatísticas	
		b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	R ² _{aj}	Sy _x %
h	15	1,9525	1,1873	0,1491		0,95	5,47
v	1	-0,1834	0,02372			0,79	14,17
v	5	-0,2215	0,0015	-0,00004	0,0121	0,79	14,08
f	1	-0,2094	-1,4739	13,6849	75,6112	0,49	12,55

Sendo: h = altura total (m); f = fator de forma comercial; v = volume comercial (m³); b₀, b₁, b₂, b₃ = coeficientes; f = fator de forma artificial; R²_{aj} = coeficiente de terminação ajustado; Sy_x% = Erro padrão de estimativa em porcentagem.

Utilizando os dados de altura, diâmetro e a equação selecionada (equação de Prodan), aplicou-se a análise de covariância. Com a aplicação desta metodologia, foi possível verificar que não houve diferença significativa de inclinação expressa pela interação (D * procedência) e nível (expressa pela fonte de variação procedência) entre as procedências sendo possível a utilização de uma equação comum (Tabela 7).

TABELA 7: Análise de Covariância para altura nas três procedências de *Schilozobium amazonicum* (paricá).

FV	GL	SQ	QM	F	Prob F
Modelo	8	13308,372	1663,5965	193,38	0,001
Procedência	2	762,25745	391,12872	33,71	0,7504
D * Procedência	2	6697,99	3,399	0,29	0,4428
D ² * Procedência	2	191,9702	9,59851	0,33	0,3251
Erro	53	614,90782	11,60203	-	
Total	61	13923,279	-	-	-

Aplicando-se a análise de covariância com a utilização da equação de simples entrada selecionada para estimar o volume nas três procedências (Tabela 8), verificou-se que não houve diferença significativa de inclinação(D*procedência) e nível (procedência) podendo-se também utilizar uma equação comum.

TABELA 8: Análise de Covariância para volume para três procedências de *Schilozobium amazonicum* (paricá).

FV	GL	SQ	QM	F	Prob F
Modelo	5	0,2068	0,04136	47,49	0,001
Procedência	2	0,0016	0,0008	0,91	0,3930
D * Procedência	2	0,0014	0,0007	0,81	0,4502
Erro	56	0,0485	0,0008	-	-
Total	61	0,2553	-	-	-

A Figura 1, mostra a curva altura/diâmetro (a) e a curva de volume comercial (b) para as três procedências ajustadas separadamente. Observa-se nítida sobreposição, o que está de acordo com os resultados obtidos na análise de covariância.

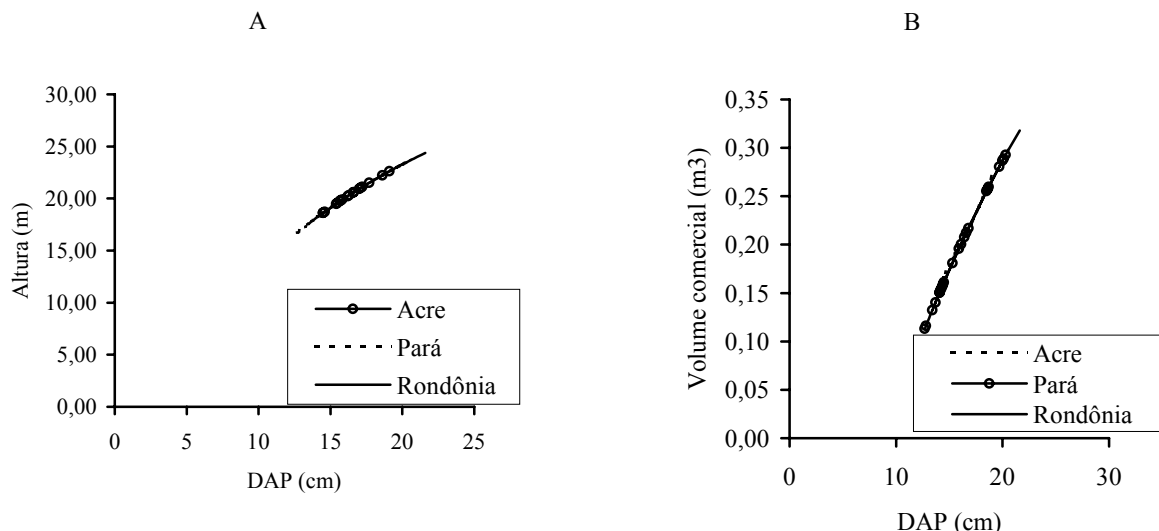


FIGURA 1: Valores estimados para a curva altura/diâmetro(A) e volume comercial (B) nas procedências analisadas.

A Figura 2, mostra os valores observados e ajustados para o fator de forma comercial com a utilização da equação nº 1. Observa-se que os valores foram estimados sem tendência.

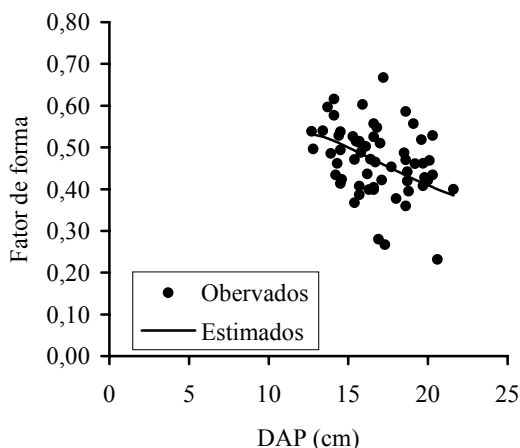


FIGURA 2: Fator de forma comercial estimado e observado para as três procedências analisadas.

CONCLUSÕES

Após a realização deste trabalho pode-se concluir que:

- a) As três procedências analisadas apresentaram bom crescimento nas condições estudadas, com um incremento médio anual em diâmetro e volume comercial de 3,33 cm e 31,3 m³/ha aos cinco anos de idade.
- b) A equação hipsométrica de Prodan, apresentou melhor ajuste para todas as procedências. A análise gráfica indicou que a forma da curva altura/diâmetro não variou com a procedência, não sendo necessário o ajuste em separado.
- c) As equações de volume de simples entrada e dupla entrada apresentaram ajustes semelhantes.
- d) A análise do fator de forma comercial indicou que o mesmo tende a diminuir com o aumento do DAP. A melhor equação para expressar o fator de forma foi a de nº 1 podendo ser utilizada para as três procedências.
- e) De acordo com as observações feitas neste estudo, o paricá pode ser citado como espécie nativa com potencial para estar presente em programas de reflorestamento nas regiões de floresta estacional e úmida no estado de Roraima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIANCHETTI, A.; TEIXEIRA, C. A. D.; MARTINS, E. P. **Tratamentos para superar a dormência de sementes de bandarria (*Schilozobium amazonicum* Huber ex. Ducke)**. Rondônia: EMBRAPA. 1997. 2p. (Comunicado Técnico, 20).
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994, 640p.
- CORREA, M. P.; PENNA, L. de A. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/IBDF. 1978. 120 p.
- Descrição da madeira do paricá (*Schilozobium amazonicum*). 2003. <http://www.tropicalwood.com.br/descriçãomadeira/>. (acesso em 22 de junho de 2003).
- DUCKE, A. Notas sobre a flora neotropical II. As leguminosas da Amazônia Brasileira. 2ª ed. Belém: IAN, 1949, 30 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 412 p.
- FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM, CEPEF – FATEC, 1992. páginas
- MELO, J. T. de; SILVA, J.A. da; TORRES, R.A. de A.; SILVEIRA, C. E.S.; CALDAS, L.S. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do cerrado. In: Sano, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 1998, p.195-231.
- MIRANDA, E.M., VALENTIM, J.F. **Desempenho de doze espécies arbóreas nativas e introduzidas com potencial de uso múltiplo no Estado do Acre, Brasil**. Acta Amazônica, Manaus, v. 30, n.3, 2000.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; LELES, P.S.S.; FERRAZ, C.; SANTOS, E.M. Comportamento silvicultural de paricá (*Schilozobium amazonicum*) e virola (*Virola surinamensis*) em plantios puros e mistos na Amazônia. In: Congresso Internacional sobre Florestas – FOREST, 6., 2000. Porto Seguro: **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000, p. 73-74.
- RESENDE, A. V.; KONDO, M. K. Uso de leguminosas na recuperação de áreas degradadas. 2003. http://www.agrocasa.com.br/Arquivos_Artigos/Artigos/leguminosa.htm. (acesso em 22 de junho de 2003).
- RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: E. Blücher, 1971. 292p.
- SANTOS, E.M.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; LELES, P.S.S.; JUNQUEIRA, G.M. ; RAMOS, R.S.S.; FERRAZ, C. Comportamento de paricá (*Schilozobium amazonicum*) em consórcio com diferentes espécies florestais na região amazônica. In: Congresso Internacional sobre Florestas – FOREST, 6., 2000. Porto Seguro: **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000, p. 70.
- RONDON, E. V. Produção de Biomassa e crescimento de árvores de *Schilozobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região da mata. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.5, p.573-576, 2002.

MODELOS DE ESTIMATIVA DE BIOMASSA PARA ACÍCULAS DE *Pinus pinaster* AITON

BIOMASS ESTIMATE MODELS FOR NEEDLES OF *Pinus pinaster* AITON

Fabrina Bolzan Martins¹ Manuel Fernando de Miranda Páscoa² Joel Cordeiro da Silva³

RESUMO

Atualmente têm-se dado grande ênfase e importância aos estudos de biomassa florestal que são executados com propósitos variados, sendo de interesse a sua modelação, em prol dos mais diversos fins. O presente trabalho foi concebido com os objetivos de quantificar a componente acículas, da biomassa arbórea, e avaliar diversos modelos para sua estimativa determinando o melhor a ser utilizado. Para tanto, escolheu-se o *Pinus pinaster* Aiton, devido sua importância qualitativa e quantitativa no território português. Como estudo de caso, escolheram-se quatro talhões da Mata Nacional de Leiria, localizada no Distrito de Leiria – Portugal, nas seguintes coordenadas geográficas: 39° 42' 45" e 39° 52' 45" de latitude norte e 9° 02' 15" e 9° 10' 15" de longitude oeste. Para a componente acícula, foram ajustados vários modelos não lineares, sendo selecionado o modelo que apresentou melhor qualidade no ajustamento, tendo em atenção algumas avaliações (R^2 , teste t, resíduos). Para tal ajustamento, fez-se o uso do método dos mínimos quadrados utilizando o procedimento MODEL do SAS 8.01 (SAS Institute). O método descrito permitiu obter equações de predição harmonizadas de biomassa para as acículas, tendo os testes de ajustamento demonstrado que têm qualidade razoável.

Palavras-chave: modelo de estimativa, biomassa, acículas, *Pinus pinaster*.

ABSTRACT

Currently forest biomass researches are executed with several purposes, being of interest it's modeling. The present work was conceived with the objectives of quantifying the component needles, of tree biomass, and to evaluate several models for its estimate determining the best to be used in biomass studies. *Pinus pinaster* Aiton, was chosen due its qualitative and quantitative importance in Portuguese territory. Data were collected in four areas of Mata Nacional de Leiria, in the district of Leiria – Portugal (39° 42' 45" and 39° 52' 45" North; 9° 02' 15" and 9° 10' 15" West). For component needles, several non linear models were adjusted, and the model selected was that one have presented better quality in the adjustment, take into consideration some evaluations (R^2 , test t, residues). For the adjustment was used the method of the minimum square using the procedure MODEL of SAS 8.01 (SAS Institute). The described method allowed to obtain harmonized prediction equations of biomass for needles, and the tests have demonstrated reasonable quality.

Key words: estimate model, biomass, needles, *Pinus pinaster*.

INTRODUÇÃO

Existem dificuldades de encontrar trabalhos referentes a modelos para biomassa das componentes individuais da árvore, como ramos, casca, tronco, acículas entre outras componentes.

A estimativa da biomassa das florestas tem um enorme interesse não só a nível científico como também prático. Conforme Paulo *et al.* (2002), o conhecimento da biomassa existente nos diversos ecossistemas é importante para todo um vasto conjunto de aspectos como a comercialização de produtos, estudo da produtividade do sistema florestal, estudos de fluxos de energia e de nutrientes, estudo da contribuição dos ecossistemas para o ciclo global do carbono, assim como para avaliação da quantidade de combustíveis no que diz respeito aos incêndios florestais.

Para Martins (2004), o procedimento comum neste tipo de trabalho é o recurso à regressão. Após a seleção das árvores a amostrar, procede-se ao correspondente abate e à determinação da biomassa da componente considerada da árvore, como neste caso as acículas. Posteriormente são ajustadas regressões para a componente em questão e variáveis biométricas da árvore.

Parresol (1999) revê e propõe novos procedimentos para estimar os diversos componentes da biomassa das

¹ Acadêmica de Graduação do Curso de Engenharia Florestal – Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria.CEP: 97105-900 Santa Maria (RS). E-mail: fabrina@mail.ufsm.br

² Professor Titular Dr. Escola Superior Agrária de Coimbra. Bencanta: 3040-316 Coimbra (PT).

³ Aluno do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria.CEP: 97105900 Santa Maria (RS).

árvores com base em regressão linear, os quais asseguram a compatibilidade das equações. Porém, Parresol (2001) afirma que procedimentos semelhantes para o ajustamento de modelos não lineares, asseguram uma maior confiabilidade nas estimativas das equações de biomassa.

Devido a importância das acículas no fluxo de energia dentro do sistema florestal, principalmente referente a composição da serrapilheira, este trabalho teve como objetivo estimar modelos não lineares de predição para a biomassa das acículas, utilizando o método dos mínimos quadrados.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Modelos matemáticos

De acordo com Vanclay apud Lopes (2001), um modelo pode ser expresso de forma verbal (por exemplo, uma descrição) ou de forma material (por exemplo, uma tabela). Um modelo matemático é semelhante a um modelo verbal, mas utiliza uma linguagem matemática para representar um determinado aspecto da realidade, que é mais exata e menos ambígua que a linguagem verbal.

Para tanto existem diversos tipos de modelos, um para cada objetivo de estudo. Por exemplo, há modelos de crescimento e produção, os quais permitem simular a dinâmica de um povoamento, de modo a prever a sua produção ao longo do tempo, sob hipóteses de exploração alternativas ou sujeito a agentes físicos e bióticos distintos (Tomé, 1991). Páscoa (1987) salienta que, devido a sua natureza em inferir resultados correspondentes a vários períodos de crescimento sujeitos a restrições pré-estabelecidas, é conferido um papel de destaque como instrumentos fundamentais para uma correta gestão e ordenamento de povoamentos florestais.

Os modelos de crescimento são atualmente e sobretudo sistemas de equações matemáticas que permitem a predição do crescimento e produção de um povoamento, mediante determinadas condições que devem sempre apresentar duas características importantes: (1) precisão, já que as previsões devem ser as mais precisas possíveis; e (2) flexibilidade (Tomé, 1991).

A Floresta em Portugal

Segundo Ferreira & Gomes (2000), em Portugal como no resto da Europa, a floresta e a sua evolução ao longo da história estão intimamente relacionados com a atividade humana. Tradicionalmente orientada para a produção de recursos lenhosos, a floresta é entendida como um sistema complexo, fornecedor de bens e serviços diversos e que desempenha um conjunto de funções de natureza econômica, ambiental, social e cultural, simultaneamente no espaço e no tempo.

Rego (2001) garante que a evolução da cobertura florestal em Portugal teria seguido, nos últimos milhares de anos, um padrão comum a todo o mediterrâneo, com destruição da floresta original por fogos frequentes destinados a favorecer o pastoreio, com a utilização dos melhores solos para a agricultura, e o uso do material lenhoso para combustível e construção.

Segundo Germano (2000), Portugal tem uma floresta que é majoritariamente de posse privada (mais de 85%) e com uma parte significativa da mesma integrada em exploração agrícolas. As Matas Nacionais do país representam menos de 3% da área florestal e as Matas Comunitárias cerca de 12% e situam-se basicamente em dunas e zonas de montanhas. As empresas industriais, principalmente de celulose, detêm cerca de 6% da área florestal nacional.

A dimensão da propriedade florestal é variável consoante as regiões do país, mas em termos globais é minifundiária: 71% dos proprietários têm explorações florestais com menos de 4 ha e só 1% têm explorações com mais de 100 ha, sendo frequentes, do norte ao sul do país, situações de pequenas propriedades divididas por inúmeras parcelas dispersas e ainda situações de propriedade indivisa e de posse desconhecida (DGF, 1992).

Espécie *Pinus pinaster* Aiton

As características dos solos de uso não agrícola, bem como as características climáticas de Portugal, ditaram que a maior proporção da sua área seja ocupada pela *Pinus pinaster* Aiton, espécie que pelas suas características de rusticidade e pioneirismo, se adapta com facilidade.

Pinus pinaster, conhecido popularmente por pinheiro bravo, é uma espécie nativa do território português. Sua importância pode ser, de fato, constatada por autores como Gomes *et al.* (1999), Figueiredo & Almeida (1996), Oliveira (1999), entre outros, que a referem como sendo a mais importante espécie de produção lenhosa da área florestal portuguesa, sendo que atualmente ocupa 976 mil hectares, ou seja, 30% da área florestal, distribuídos em todos os distritos, sejam eles povoamentos puros, ou mistos (DGF, 2003). É o principal sustentáculo da indústria consumidora de madeiras, possuindo diversas utilizações como: carpintaria, cofragem, marcenaria interior, parques, molduras elétricas, caixotaria, postes, moirões, pasta de papel, aglomerados, construção civil e naval, esteio de minas e combustível entre outras (Aveiro, 1996).

MATERIAL E MÉTODO

O local de estudo foi a Mata Nacional de Leiria, principal floresta portuguesa, a qual apresenta uma área de 11.029 ha, estando compreendida entre as seguintes coordenadas geográficas: 39° 42' 45" e 39° 52' 45" de latitude norte e 9° 02' 15" e 9° 10' 15" de longitude oeste.

Segundo classificação de Köppen, possui clima Csb, constituindo uma zona de equilíbrio entre as condições atlântica e mediterrânea caracterizada por uma precipitação média anual compreendida entre os 700 e 800 mm, que ocorre num período de 75 a 100 dias no ano, concentrados no Outono e Inverno e uma precipitação estival entre os 40–50 mm. A temperatura média do ar oscila entre os 12,5 e os 15° C e a umidade do ar entre 80 e 85% (Oliveira apud Páscoa, 1984). Possui solo arenoso fraco, sendo realizada a implantação desta floresta, principalmente com o propósito de parar com os movimentos das dunas e alavancar a economia no setor florestal.

Na impossibilidade de estabelecer uma amostra em uma área de 11.029 ha, optou-se por escolher quatro talhões (329, 300, 164 e 279), com idades diferentes, os quais geraram uma amostra que permitiu modelar também a biomassa referente aos tratamentos silviculturais e as operações florestais.

O número de árvores amostradas foi proporcional à classe de diâmetro encontrada em cada talhão, sendo que foi selecionada pelo menos uma árvore que representasse cada classe de diâmetro. O número de árvores amostradas por talhão pode ser visualizado no quadro 1, totalizando 26 árvores amostradas.

QUADRO 1: Área e número de árvores amostradas por talhão.

Talhão	Idade (anos)	Área (ha)	Árvores amostradas
164	40	36,35	8
279	83	37,40	7
300	25	36,96	8
329	14	35,76	3

Antes do abate de cada árvore foi feita a sua caracterização biométrica, com a medição das suas variáveis dendrométricas apresentadas no quadro 2. As alturas foram obtidas com o auxílio do Vertex e o dap com suta de braços. Para maiores detalhes sobre a medição a campo assim como determinação e coleta dos dados, pode-se consultar Martins (2004).

QUADRO 2: Variáveis dendrométricas medidas nas árvores abatidas.

Variável	Descrição	Valor mínimo	Valor médio	Valor máximo
dap	Diâmetro a altura do peito (cm)	13,90	18,42	67,48
ht	Altura total (m)	4,70	16,96	32,50
htr	Altura do tronco (m)	3,70	11,00	24,60
ac	Altura da copa (m)	2,75	6,13	8,15

Das variáveis dendrométricas medidas foram feitas diversas combinações destas, sendo que foi escolhida a combinação envolvendo duas variáveis, que melhor representou a biomassa das acículas.

Para o componente acículas, ajustaram-se várias equações não lineares, pelo método dos mínimos quadrados. Para esses ajustamentos, utilizou-se o procedimento MODEL do SAS 8.01 (SAS Institute, 2002). As técnicas utilizadas por este procedimento para a determinação das estimativas iniciais dos parâmetros, podem ser encontradas em SAS Institute (2002).

Do conjunto de modelos ajustados selecionou-se o modelo que apresentou a melhor qualidade do ajustamento com base nos testes estatísticos, observando-se os valores dos coeficientes de determinação (R^2) e coeficiente ajustado (R^2_{adj}), a significância do teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade de erro, os resíduos, em função dos valores estimados e os valores observados, em função dos valores estimados.

O teste t foi estudado pois determina a importância de um coeficiente individual no modelo de regressão. O parâmetro estatístico calculado (t_{cal}), deve ser maior que o tabelado (t_{n-k-1}), onde k é o número de regressores e n é o número de dados tratados. Se $t_{cal} > t_{tab}$, rejeita-se a hipótese nula de não significância do parâmetro, com os níveis de significância indicados em cada regressão apresentada, em geral superando os níveis indicados pela NBR 5.676 de 5% de significância (Dagnelie, 1973).

A hipótese nula testada é a da não-importância do coeficiente, ou seja, se o valor do coeficiente (b_j) é significativamente diferente de zero ou não:

$$H_0: b_j = 0, \text{ se } t_{cal} \leq t_{tab}$$

$$H_1: b_j \neq 0, \text{ se } t_{cal} > t_{tab}$$

Conforme Haiger (1983), testar se $b_j=0$, significa verificar se existe relação entre X_j e Y. Se o coeficiente for nulo, então a variação de X_j não se reflete em variação de Y. Se não for nulo, existe influência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a biomassa das acículas, representada por ωa , a melhor combinação das variáveis independentes foram altura da copa (ac) e altura total (ht). Foram testados diversos modelos não lineares, os quais podem ser visualizados na tabela 1.

Este ajustamento, foi bastante complicado de analisar, pois pela verificação dos coeficientes de determinação e os coeficientes ajustados, permitiu-se escolher o modelo 6 como o mais adequado. Porém, pela análise do teste de Student, os coeficientes deste modelo não foram significativos a nível de 5% de probabilidade de erro, ou seja, os coeficientes do modelo 6 não são significativamente diferentes de zero, o que acaba por acarretar que a variação da altura da copa (ac) e altura total (ht) não se reflete em variação de ωa (biomassa das acículas).

TABELA 1: Estatística dos modelos de estimativa ajustados para biomassa das acículas (ωa):

Número do modelo	Modelo	R ²	R ² adj
1	$\omega a = \beta_0 + \beta_1 * ht^2 * ac$	0,7618	0,7519
2	$\omega a = ac^{(\beta_0 + \beta_1 * ht)}$	0,8446	0,8382
3	$\omega a = ac^{(\beta_0 * ht)}$	0,7114	0,7114
4	$\omega a = \beta_0 + \beta_1 * ht^2 * ac$	0,7055	0,7050
5	$\omega a = \exp^{(\beta_0 + \beta_1 * ac + \beta_2 * \log(ht))}$	0,7620	0,7413
6	$\omega a = \exp^{(\beta_0 + \beta_1 * (\log(ac))^2 + \beta_2 * \log(ht))}$	0,8653	0,8430
7	$\omega a = ht^2 * (\beta_0 + \beta_1 * ac)$	0,7030	0,7029
8	$\omega a = \beta_0 + \beta_1 * ac^2 + \beta_2 * ht^2 + \beta_3 * (1/\sqrt{ht})$	0,8612	0,8402

Verificando todos os modelos restantes pode-se afirmar que apenas os modelos 3 e 7 tiveram seus coeficientes significativamente diferentes de zero. Acabou-se por selecionar o modelo 3, por apresentar um coeficiente de determinação e coeficiente ajustado maior que o apresentado pelo modelo 7. Portanto, o modelo 3 resulta na equação:

$$\omega a = ac^{(0,090315 * ht)}$$

A Figura 2 ilustra a relação dos valores estimados, através da equação escolhida, segundo os critérios descritos na metodologia, com os valores observados para a biomassa de acículas. Apesar de apresentar um coeficiente de determinação menor que alguns dos modelos testados, os valores estimados aumentam a medida que os valores observados também aumentam. Portanto, os valores estão bem distribuídos de acordo com a reta de tendência, o que para Haiger (1983), acaba sendo um fator determinante na escolha de um modelo.

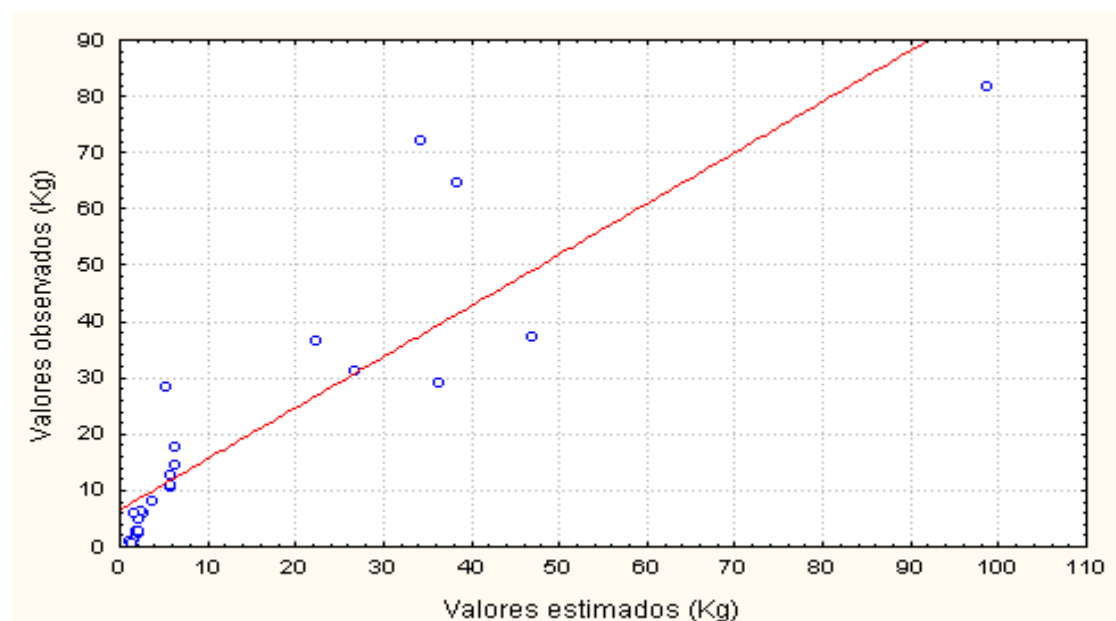


FIGURA 2: Gráfico dos valores observados em função dos valores estimados para biomassa das acículas.

Pode-se verificar que há uma dispersão entre os dados estimados e observados. Porém, indicando relação entre

os valores estimados, pela equação que melhor estimou a variável dependente (acículas) e os valores observados. Possivelmente, poderia ser obtida uma melhor estimativa, caso fossem coletados maior número de observações, o que fica como sugestão para novos trabalhos, pois é praticamente impossível prever antecipadamente tal situação e deve-se considerar que os dados foram coletados de forma aleatória. Há uma dificuldade de relacionar esta variável dependente com as medidas biométricas realizadas, pois uma mesma “combinação” de medidas biométricas, ou seja, para este caso, a combinação dos valores de “ac” e “ht”, não resulta no mesmo valor observado para a biomassa das acículas. Este comportamento possivelmente pode dever-se à variabilidade entre plantas de mesma idade (medidas biométricas semelhantes) ou mesmo à variação entre plantas de idades diferentes (medidas biométricas diferentes) mas com a mesma biomassa de acículas. Pode-se verificar que houve um agrupamento dos dados, abaixo de 10 kg para a biomassa observada de acículas, o que reafirma a condição da necessidade de um maior número de indivíduos amostrados, buscando-se valores intermediários para a regressão da função. Porém, é necessário salientar que, para os dados disponíveis e considerando-se os critérios de escolha adotados, esta foi a equação que melhor se ajustou para a estimativa da biomassa das acículas.

CONCLUSÕES

Houve dificuldade em selecionar o modelo com melhor qualidade no ajustamento para a biomassa das acículas. Possivelmente, poderia ser obtida uma melhor estimativa, caso se dispusesse de um maior número de dados e também de outras variáveis independentes, para que pudessem ser realizadas novas combinações, mas o fato não invalida a metodologia utilizada.

O modelo que apresentou melhor qualidade no ajustamento foi $\omega a = ac^{(\beta_0 * ht)}$, que gerou na equação $\omega a = ac^{(0,090315 * ht)}$.

Os modelos testados no referido trabalho podem servir de base ou como modelos padrões para os demais trabalhos, deixando a critério dos pesquisadores optarem ou não, pela utilização destes e respectivas variáveis independentes.

Será interessante que em um futuro próximo, estudos semelhantes possam ser feitos em árvores de povoamentos com diferentes classes de qualidade, para que os modelos e equações resultantes possam ser de mais vasta aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVEIRO, S.S. **Comportamento germinativo de várias procedências de *Pinus pinaster* quando submetidas a tratamentos para quebra de dormência.** Coimbra: ESAC, 1996. 51p. Monografia (Estágio profissionalizante) – Escola Superior Agrária de Coimbra. Instituto Politécnico de Coimbra, 1996.
- DAGNELIE, P. **Estatística – Teoria e Métodos.** Lisboa: Europa-América, 1973. v.1, 439 p.
- DGF. Direcção Geral das Florestas. Anuário 92. Lisboa: Eurostandarte, 1992. 144p.
- DGF. Direcção Geral das Florestas. Inventário Florestal Nacional - 3ª Revisão. [online]. Lisboa, 2003. Available from www.dgf.min-agricultura.pt/ifn/index.htm.
- FERREIRA, O. & GOMES, S. **Floresta de Portugal.** Lisboa: Direcção Geral das Florestas, 2000. 255 p.
- FIGUEIREDO, J.P. & ALMEIDA, V.V. de. Ritmo Anual de Crescimento em Circunferência da *Pinus pinaster* (Aiton.) nas Dunas do Litoral - Região de Aveiro. **Silva Lusitana**, v.4, n.2, p. 243-254, 1996.
- GERMANO, M.A. Regime Florestal. Um século de existência. **Estudos e informações** n. 319. Lisboa: Direcção Geral das Florestas, 2000. 158p.
- GOMES, F.; MAIA, J.; RODRIGUES, E.; LOPES, C. Micropropagação do Pinheiro bravo (*Pinus pinaster* Aiton.). **Silva Lusitana**, v.7, n.2, p. 139-152, 1999.
- HAIGER, A. Métodos Biométricos. 1. ed. Vila Real: Instituto Universitário de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1983. 127p.
- LOPES, S.C.F. **Modelação matemática da distribuição de diâmetros em povoamentos de pinheiro bravo.** Coimbra, 2001. 102p. Dissertação (Mestrado em Biologia Florestal) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2001.
- MARTINS, F.B. **Estabelecimento de equações de biomassa para *Pinus pinaster* Aiton.** Santa Maria: UFSM, 2004. 92 p. Monografia (Relatório de estágio) – Universidade Federal de Santa Maria, 2004.
- OLIVEIRA, A.C. **Manual de Boas Práticas Florestais para o Pinheiro bravo.** Porto: Editora Centro Pinus, 1999. 32p.

PÁSCOA, F. **Determinação do volume total em povoamentos de Pinheiro bravo**. Lisboa, 1984. 61p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Técnica de Lisboa, 1984.

_____. **Estrutura, Crescimento e Produção em povoamentos de Pinheiro bravo - Um modelo de Simulação**. Lisboa, 1987. 241p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Técnica de Lisboa, 1987.

PAULO, J.A.; TOMÉ, J.; TOMÉ, M. Ajustamento Simultâneo de equações de biomassa de azinheira. In: ACTAS DO CONGRESSO DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE ESTATÍSTICA, 10, 2002. Porto. Anais...Porto, 2002. p. 126-135.

PARRESOL, B.R. Assessing tree and stand biomass: A review with examples and critical comparisons. **Forest Science**, v.45, n.4, p.573-593, 1999.

PARRESOL, B.R. Additivity of nonlinear biomass equations. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 31, p.865-878, 2001.

REGO, F.C. **Florestas Públicas**. Lisboa: Direcção Geral das Florestas & CNEFF, 2001. 105p.

SAS INSTITUTE CORPORATION. **The SAS-System for Windows**: release 8.01 (software). Cary, 2002.

TOMÉ, M. Os modelos de Produção Florestal na Gestão de povoamentos Florestais. **Revista Agros**. v.8, n.2, p. 32–36, 1991.

RESPOSTAS DA REGENERAÇÃO NATURAL DO CERRADO A DIFERENTES DISTÚRBIOS POR DESMATAMENTO.

RESPOSTAS DA REGENERAÇÃO NATURAL DO CERRADO A DIFERENTES DISTÚRBIOS POR DESMATAMENTO.

Alba Valéria Rezende⁵

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo avaliar as respostas da regeneração de um cerrado *sensu stricto*, sete anos após ter sido submetido a diferentes distúrbios por desmatamento. A área de estudo localiza-se na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF. Em 1988 foi implantado na área de estudo um experimento em blocos casualizados contendo parcelas de 0,1 ha (20X50m) que foram submetidas a seis tratamentos: T1: corte com motosserra; T2: corte com motosserra e fogo; T3: Desmatamento com lâmina; T4: Desmatamento com lâmina e fogo; T5: Desmatamento com lâmina e duas gradagens e T6: corte com motosserra, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens. Antes da implantação dos tratamentos foram registrados e identificados botanicamente, em cada parcela, todos os indivíduos lenhosos arbóreos-arbustivos com diâmetro a 0,30 m do solo (Db) igual ou superior a 5 cm. Em 1995, sete anos após a implantação dos tratamentos, realizou-se a primeira avaliação da regeneração natural estabelecida nas áreas. Indivíduos com $Db \geq 5$ cm foram identificados botanicamente, etiquetados e seus diâmetros e alturas tomados. Os levantamentos realizados em 1988 e 1995 foram comparados. A densidade de indivíduos arbóreos amostrados, antes da implantação dos tratamentos foi de 692 ind.ha⁻¹ e a área basal de 5,49 m²ha⁻¹. Sete anos após a realização das intervenções silviculturais foram registradas, de acordo com o tipo de tratamento aplicado na área, densidades que variaram de 86,67 ind.ha⁻¹ a 303,33 ind.ha⁻¹ e valores de área basal variando de 0,22 m²ha⁻¹ a 0,99 m²ha⁻¹, incluindo indivíduos mortos em pé. Os maiores valores de densidade e área basal foram observados nas áreas submetidas aos tratamentos 1 e 2, que não envolveram desmatamento com lâmina. Verificou-se que o período de sete anos não foi suficiente para que o cerrado regenerado na área de cada tratamento atingisse uma composição florística igual ou semelhante àquela encontrada em 1988. A recuperação da flora original do cerrado variou de 20 a 50% entre os diferentes tratamentos e as áreas que não sofreram desmatamento com lâmina (T1 e T2) tiveram a maior recuperação, o que indica uma boa adaptação das espécies do cerrado a perturbações periódicas. Os diferentes tratamentos favoreceram, principalmente, o estabelecimento de espécies menos representativas na flora original do cerrado estudado, destacando: *Mimosa clausenii*, *Eremanthus glomerulatus*, *Eriotheca pubescens* e *Piptocarpha rotundifolia*. Tais espécies passaram a ocupar posições de destaque tanto em densidade quanto em área basal, após as intervenções. A classificação pelo método TWINSPAN, mostrou que a densidade por espécie no cerrado sem perturbações, não é um fator diferenciador importante, ou seja, as espécies ocorrem com densidades homogêneas em toda área amostrada. Sete anos após os distúrbios, a classificação pelo método TWINSPAN dividiu as 18 parcelas amostradas em dois grupos na primeira divisão, contudo, apesar da divisão ter sido forte, esta não foi suficiente para separar tratamentos silviculturais afins. Certamente algum fator tal como fertilidade do solo, herbivoria ou outro, possa ser o responsável por essa divisão. A única espécie indicadora do primeiro grupo foi *Stryphnodendron adstringens* e as indicadoras do segundo grupo foram, *Miconia pohliana*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Schefflera macrocarpa*.

Palavras chaves: cerrado *sensu stricto*; intervenções silviculturais; regeneração natural.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the answers of the natural regeneration of a cerrado *sensu stricto* site under different silvicultural treatments with cutting of trees and shrubs. The study was conducted at the Água Limpa Farm—DF, 15°56' - 15°59' S and 47°55' - 47°58' WGr. In 1988, three blocks were randomly distributed in the area. Six 0.1 ha (20x50 m) plots were subjected to the following treatments: T1: Logging using chainsaw; T2: Logging with chainsaw followed by burning; T3: Bulldozing; T4: Bulldozing and burning; T5: Bulldozing followed by two grading; and, T6: Logging with chainsaw, burning, stump removal and two grading. In 1988, before treatments, all steams with diameter at 0,30 cm (Db) from the ground level greater or equal to 5 cm were measured and botanically identified at the plots. In 1995, seven years after treatments, the natural regeneration was registered in the areas. All steams with $Db \geq 5$ cm were botanically identified and values of Db and total height registered. Data of 1988 and 1995 were compared. The density before treatments was 692 ind.ha⁻¹ and the basal area, 5,49 m²ha⁻¹. Seven years after silvicultural interventions, the densities varied from 86,67 ind.ha⁻¹ to 303,33 ind.ha⁻¹ and the basal area from 0,22 m²ha⁻¹ to 0,99 m²ha⁻¹ according to the treatment. Treatments 1 and 2, without bulldozing and grading, presented the biggest

⁵ Engenheira Florestal, Dr^a. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, CEP:70910-900, Brasília (DF), albavr@unb.br

values of density and basal area. In seven years, the cerrado did not recover the floristic composition registered before the disturbances. The reclaiming of the original flora varied from 20 to 50% between the different treatments. Areas submitted to treatments 1 and 2 presented the best reclaiming. *Mimosa clausenii*, *Eremanthus glomerulatus* and *Eriotheca pubescens* showed a good potential for reclaiming of degraded areas and for plantations. The TWINSpan classification showed that in natural areas, the species have homogeneous densities and seven years after treatments, the TWINSpan classification divided the area in two groups, but it was not possible to separate similar groups of treatments. *Stryphnodendron adstringens* was considered as an indicator species of one group and *Miconia pohliana*, *Blepharocalyx salicifolius* and *Schefflera macrocarpa* of the other one.

Key words: cerrado *sensu stricto*; silvicultural disturbance; natural regeneration.

INTRODUÇÃO

O Cerrado constitui-se na maior savana neotropical e se caracteriza por uma vegetação de fisionomia e flora própria muito pouco conhecida em termos de funcionamento (Eiten, 1972). Nas últimas três décadas, o Cerrado tem sofrido fortes pressões antrópicas ocasionadas principalmente pelas altas taxas de urbanização, industrialização e expansão de fronteiras agrícolas. Estas pressões antrópicas vêm causando vários impactos, diretos e indiretos, sobre a composição florística, estrutura e dinâmica da vegetação e sobre a produtividade das populações do Cerrado (Goedert, 1983; Ramos, 1991; Moreira, 1992; MMA, 1995; Sato, 1996).

Estima-se que cerca de 80% do bioma original já perdeu sua vegetação natural, e da área remanescente, apenas 1,2% está efetivamente incorporada em unidades de conservação (Primack e Rodrigues, 2001). Para controlar ou inverter esta situação é necessário um melhor entendimento da dinâmica da vegetação do Cerrado quanto às respostas aos distúrbios que sofre com frequência.

O delineamento de estratégias para a utilização racional do cerrado bem como o estabelecimento de critérios para exploração e reposição, faz-se necessário e urgente na tentativa de preservar a integridade da paisagem do cerrado e também o seu patrimônio genético.

O objetivo deste estudo foi avaliar as respostas da regeneração natural de um cerrado *sensu stricto* sete anos após ter sido submetido a diferentes distúrbios por desmatamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em uma área de cerrado *sensu stricto* localizada na Reserva Ecológica e Experimental da Universidade de Brasília, Fazenda Água Limpa - FAL, situada a uma altitude de 1100m, entre as coordenadas 15°56'-15°59' Sul e 47°55'-47°58' WGr, no Distrito Federal. A Fazenda cobre aproximadamente 4000 ha e o solo predominante na área de estudo é o Latossolo Vermelho Amarelo, pobre em nutrientes e com alto teor de alumínio (Furley, 1985; Haridasan, 1990). O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen (Nimer, 1989), com temperatura máxima de 28,5°C e mínima de 12°C. A umidade relativa entre maio e setembro fica abaixo de 70% e a umidade mínima ocorre em agosto, com uma média de 47%, mas pode cair a 15%. A precipitação média anual é de 1600 mm, com uma pronunciada estação seca de julho a setembro.

A vegetação predominante é o cerrado *sensu stricto* e ocupa uma área de 148 ha, mas existem áreas cobertas por diversas fitofisionomias variando desde campo limpo até florestas de galeria. Registros indicam que cerca de 1100 espécies de plantas distribuídas entre 135 famílias botânicas já foram identificadas na área. As famílias mais comuns são Leguminosae, Myrtaceae, Rubiaceae, Vochysiaceae, Gramineae, Compositae. Um número de espécies raras e até endêmicas também está presente (Felfili et al., 1994).

Delineamento experimental e coleta dos dados

O experimento foi instalado em 1988, tendo sido estabelecido três blocos, cada um com uma área de 41.472 m² (192x216 m), distribuídos casualmente na área do cerrado. Cada bloco foi subdividido em 6 faixas de 6912 m² (32x216 m), que foram inventariadas com o objetivo de obter informações sobre a área antes da implantação dos distúrbios por desmatamento. Desta forma, cada faixa de 6912 m² foi subdividida em três sub-faixas de 2304 m² (32x72 m) e o levantamento foi realizado em parcelas de 1000 m² (20x50 m) demarcadas no centro de cada sub-faixa. Nestas parcelas, todos os indivíduos com diâmetro tomado a 0,30 m acima do nível do solo (Db) igual ou superior a 5 cm, foram botanicamente identificados e seus diâmetros registrados. É importante salientar que, durante a realização do inventário de 1988, não se tomou o cuidado em separar os dados coletados de cada parcela de 20x50 m. Na realidade, o levantamento considerou como unidade amostral uma área de 3000 m², que foi o agrupamento dos dados das três parcelas de 20x50 m, amostradas em cada faixa de 32x216 m.

Após a realização do inventário e, utilizando-se do delineamento estatístico em blocos casualizados, cada

bloco foi submetido aos seguintes tratamentos: T1: Corte com motosserra e retirada da lenha; T2: Corte com motosserra, retirada da lenha e fogo; T3: Desmatamento com lâmina e retirada da lenha; T4: Desmatamento com lâmina, retirada da lenha e fogo; T5: Desmatamento com lâmina, retirada da lenha e duas gradagens e T6: Corte com motosserra, retirada da lenha, fogo, destoca com lâmina e duas gradagens.

Cada tratamento foi aplicado em uma parcela de 20x50 m selecionada dentro de cada faixa de 32x216 m. Esses tratamentos enquadram-se dentro dos tipos de atividades de corte de alto impacto, normalmente observados na região do Cerrado e que podem alterar profundamente a estrutura da vegetação.

É importante salientar que a área experimental é circundada por grandes extensões de vegetação natural do Cerrado.

Em setembro de 1995, sete anos após a instalação do projeto, foi realizado o levantamento da regeneração natural da vegetação lenhosa arbórea-arbustiva nas parcelas submetidas aos tratamentos silviculturais. Todos os indivíduos lenhosos arbóreos-arbustivos com Db igual ou superior a 5 cm foram mapeados, etiquetados, identificados botanicamente e seus diâmetros e alturas registrados.

Durante o período estudado foram registrados dois incêndios acidentais na área de estudo, sendo o primeiro em 1989, um ano após a implantação dos tratamentos silviculturais e outro em 1994, um ano antes da primeira avaliação do experimento. O incêndio de 1994 foi intenso e quase toda a área da Fazenda Água Limpa foi queimada nesta ocasião.

Análise dos dados

Para avaliar o efeito dos tratamentos no estabelecimento da flora lenhosa arbórea-arbustiva do cerrado *sensu stricto*, foi realizada uma comparação da composição florística e dos índices que expressam a estrutura horizontal da vegetação, ou seja: densidade, dominância (área basal), e índice de valor de cobertura (Kent e Coker, 1992), antes e após a implantação das intervenções. A diversidade florística para as duas épocas também foi avaliada a partir do Índice de Shannon, (Pielou, 1987), o qual varia de 0 a valores positivos e é determinado pelo número de espécies presentes na comunidade e pela base logarítmica escolhida.

A similaridade florística entre os dois inventários foi obtida utilizando-se dos índices de Sørensen, baseado na presença e ausência de espécies, e de Morisita, baseado na densidade de espécies.

Efetivou-se também uma classificação da vegetação pelo método de TWINSpan ("Two-way" classification), com vistas a determinar o padrão de distribuição espacial das espécies (Hill, 1979; Kent e Coker, 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição Florística

No inventário da vegetação arbórea do cerrado, realizado em 1988, foram encontrados, nas 54 parcelas de 0,1ha, cerca de 3739 indivíduos pertencentes a 57 espécies e 28 famílias. As famílias Leguminosae e Vochysiaceae foram aquelas que apresentaram maior número de espécies. Estes resultados corroboram com os obtidos por Felfili & Silva Jr. (1992), que encontraram 61 espécies pertencentes a 31 famílias em uma área vizinha ao experimento.

No inventário de 1995, realizado sete anos após as intervenções silviculturais, a área total amostrada foi de 1,8 ha, ou seja, 18 parcelas de 20x50m. A composição florística observada nas áreas submetidas a cada tratamento variou em função da intensidade da intervenção. O resultado da composição florística encontrada para cada tratamento é apresentado na Tabela 1.

TABELA 1 - Resumo da composição florística da vegetação lenhosa do cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa, DF, sete anos após a implantação dos tratamentos

Composição Florística	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Número de Indivíduos	87	91	40	26	45	57
Número de famílias	16	16	7	8	7	8(1)
Número de gêneros	24	23	11	9	10	11(1)
Número de espécies	24	25	12	9	10	11(1)

NOTA: Valor entre parêntesis corresponde ao número de famílias ou número de gêneros ou número de espécies registrado no levantamento realizado após a implantação do tratamento e que não foi encontrado no levantamento realizado em 1988.

T1: Motosserra; T2: Motosserra e fogo; T3: Lâmina; T4: Lâmina e fogo; T5: Lâmina e gradagem; T6: Motosserra, fogo, lâmina e gradagem.

Nota-se que nas áreas submetidas aos tratamentos que não envolveram desmatamento com lâmina (T1 e T2), o número de famílias e espécies foi bem superior, o que pode ser explicado pelo fato de muitas espécies do Cerrado apresentarem boa capacidade de regeneração a partir da cepa, embora neste estudo não tenha sido feita a avaliação da procedência da regeneração natural, isto é, se via propagação sexuada ou assexuada (caule e raízes). Das 28 famílias encontradas na área amostrada em 1988, apenas quatro (14,28%), foram observadas em todos os tratamentos, ou seja, Leguminosae, Compositae, Melastomataceae e Bombacaceae. Cerca de 32,14% das famílias foram registradas em apenas um dos tratamentos.

Leguminosae se destacou na maioria dos tratamentos quanto ao número de espécies, entretanto, quanto ao número de indivíduos, a família Compositae, representada, principalmente, pela espécie *Eremanthus glomerulatus*, se sobressaiu na maioria dos tratamentos. Exceção é feita apenas para os tratamentos que envolveram gradagem (T5 e T6), onde a família Leguminosae predominou também em termos de número de indivíduos, devido a presença da espécie *Mimosa clausenii*, conforme será verificado posteriormente. Verbenaceae foi a única ocorrência nova em 1995, não registrada na área em 1988. Tal família foi observada apenas no tratamento 6, o qual envolveu um maior número de intervenções.

Cinco espécies (8,77%) registradas na área estudada, antes dos distúrbios por desmatamento, foram encontradas nos seis tratamentos, ou seja, *Eremanthus glomerulatus*, *Eriotheca pubescens*, *Stryphnodendron adstringens*, *Miconia pohliana* e *Piptocarpha rotundifolia*. *Aegiphila lhotzkiana* e *Machaerium acutifolium* foram as únicas espécies encontradas em 1995, não observadas no levantamento de 1988. Entretanto, apenas *Machaerium acutifolium* já foi registrada em outros levantamentos realizados no Cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa. *Aegiphila lhotzkiana* é considerada espécie rara no Cerrado e foi registrada em algumas Unidades de Conservação da região, como por exemplo, na Estação Ecológica de Águas Emendadas (Felfili et al., 1994).

Percebe-se pelos resultados encontrados em 1995, que um período de sete anos não foi suficiente para que o Cerrado regenerado em cada tratamento atingisse uma composição florística igual ou semelhante àquela encontrada em 1988, tanto ao nível de família quanto ao nível de espécie. O cerrado amostrado em 1988, antes das intervenções, apresentou um índice de diversidade de Shannon (3,24) e um índice de uniformidade igual a 0,8, o que significa que a diversidade encontrada na área amostrada corresponde a aproximadamente 80% da máxima diversidade registrada (H' máx). No levantamento de 1995, o Índice de Shannon foi baixo em todas as áreas desmatadas, variando de 1,73 a 2,84.

A similaridade florística entre a área amostrada antes do desmatamento e as áreas dos diferentes tratamentos foi baixa, tanto pelo índice de Sørensen (0,35) quanto pelo índice de Morisita (0,26).

Fitossociologia

O inventário realizado em 1988 registrou uma densidade por hectare de 692 indivíduos vivos (Tabela 2). Os indivíduos vivos apresentaram uma área basal igual a 5,49 m².ha⁻¹. Aproximadamente 30% das espécies apresentaram uma densidade superior a 10 indivíduos/ha, podendo ser consideradas abundantes na área. *Ouratea hexasperma* se destacou entre todas as espécies, representando aproximadamente 16% do número total de indivíduos.

TABELA 2 - Parâmetros fitossociológicos do cerrado *sensu stricto* antes das intervenções silviculturais

Espécie	Dens. abs. ⁽¹⁾	Dens. rel. ⁽²⁾	Dom. abs. ⁽³⁾	Dom. rel. ⁽⁴⁾	IVC ⁽⁵⁾
	ind.ha ⁻¹	%	m ² .ha ⁻¹	%	%
<i>Ouratea hexasperma</i>	114,26	16,50	0,6479	11,80	28,30
<i>Oualea parviflora</i>	73,52	10,62	0,9559	17,41	28,03
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	41,48	5,99	0,5081	9,26	15,25
<i>Carvocar brasiliense</i>	29,26	4,23	0,5376	9,79	14,02
<i>Dalbergia miscolobium</i>	41,11	5,94	0,3946	7,19	13,12
<i>Oualea grandiflora</i>	41,11	5,94	0,3767	6,86	12,80
<i>Byrsonima crassa</i>	43,33	6,26	0,2106	3,84	10,09
<i>Kielmeyera coriacea</i>	33,70	4,87	0,1370	2,50	7,36
<i>Miconia pohliana</i>	22,41	3,24	0,1237	2,25	5,49
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	20,19	2,92	0,1023	1,86	4,78
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	11,30	1,63	0,1595	2,91	4,54
<i>Schefflera macrocarpa</i>	15,19	2,19	0,1128	2,06	4,25
<i>Pouteria ramiflora</i>	12,59	1,82	0,1293	2,36	4,18
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	17,59	2,54	0,0859	1,57	4,11
<i>Roupala montana</i>	17,41	2,51	0,0861	1,57	4,08
<i>Palicourea rigida</i>	15,56	2,25	0,0505	0,92	3,17
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	12,78	1,85	0,0693	1,26	3,11
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	10,74	1,55	0,0522	0,95	2,50
<i>Vochysia elliptica</i>	11,85	1,71	0,0425	0,77	2,49
<i>Vochysia thyrsoidea</i>	2,22	0,32	0,1178	2,15	2,47
<i>Pterodon pubescens</i>	6,30	0,91	0,0699	1,27	2,18
<i>Oualea multiflora</i>	6,11	0,88	0,0598	1,09	1,97

<i>Aspidosperma tomentosum</i>	7.78	1.12	0.0465	0.85	1.97
<i>Erythroxylum suberosum</i>	9.63	1.39	0.0283	0.52	1.91
<i>Conarus suberosus</i>	8.89	1.28	0.0318	0.58	1.86
<i>Styrax ferrugineus</i>	7.04	1.02	0.0390	0.71	1.73
<i>Davilla elliptica</i>	5.56	0.80	0.0275	0.50	1.30
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	6.48	0.94	0.0186	0.34	1.28
<i>Miconia ferruginata</i>	5.19	0.75	0.0273	0.50	1.25
<i>Eriotheca pubescens</i>	4.82	0.70	0.0278	0.51	1.20
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	4.26	0.62	0.0270	0.49	1.11
<i>Enterolobium ellipticum</i>	2.41	0.35	0.0325	0.59	0.94
<i>Rourea induta</i>	3.89	0.56	0.0147	0.27	0.83
<i>Mimosa clausenii</i>	3.70	0.53	0.0098	0.18	0.71
<i>Salacia crassifolia</i>	2.04	0.29	0.0123	0.22	0.52
<i>Tabebuia aurea</i>	2.22	0.32	0.0077	0.14	0.46
<i>Eremanthus glomerulatus</i>	2.41	0.35	0.0061	0.11	0.46
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	1.67	0.24	0.0092	0.17	0.41
<i>Dimorphandra mollis</i>	1.67	0.24	0.0080	0.15	0.39
<i>Austroplenckia populnea</i>	1.48	0.21	0.0093	0.17	0.38
<i>Guapira noxia</i>	1.48	0.21	0.0081	0.15	0.36
<i>Strychnos pseudoquina</i>	1.30	0.19	0.0081	0.15	0.34
<i>Eugenia dysenterica</i>	1.11	0.16	0.0097	0.18	0.34
<i>Rapanea guianensis</i>	0.93	0.13	0.0063	0.12	0.25
<i>Symplocos rhamnifolia</i>	0.56	0.08	0.0091	0.17	0.25
<i>Hancornia speciosa</i>	0.74	0.11	0.0070	0.13	0.24
<i>Erythroxylum deciduum</i>	1.11	0.16	0.0028	0.05	0.21
<i>Salvertia convallariaeodora</i>	0.74	0.11	0.0050	0.09	0.20
<i>Bowdichia virgilioides</i>	0.56	0.08	0.0049	0.09	0.17
<i>Kielmeyera speciosa</i>	0.37	0.05	0.0036	0.07	0.12
<i>Machaerium opacum</i>	0.56	0.08	0.0017	0.03	0.11
<i>Vochysia rufa</i>	0.56	0.08	0.0015	0.03	0.11
<i>Acosmium dasycarpum</i>	0.37	0.05	0.0018	0.03	0.09
<i>Dyospirus burchellii</i>	0.37	0.05	0.0017	0.03	0.09
<i>Salacia elliptica</i>	0.19	0.03	0.0019	0.04	0.06
<i>Vatairea macropoda</i>	0.19	0.03	0.0006	0.01	0.04
<i>Lafoensia pacari</i>	0.19	0.03	0.0004	0.01	0.04
Total	692,41	100,00	5,4903	100,00	200,00

Fonte: Pesquisa de Campo

(1) Dens. abs. = Densidade absoluta em hectares; (2) Dens. rel. = Densidade relativa em hectares; (3) Dom. abs. = Dominância absoluta em $m^2 \cdot ha^{-1}$; (4) Dom. rel. = Dominância relativa em $m^2 \cdot ha^{-1}$; (5) IVC = Índice de Valor de Cobertura.

Dentre as espécies de maior Índice de Valor de Cobertura (IVC), destacam-se: *Ouratea hexasperma*, *Qualea parviflora*, *Sclerolobium paniculatum*, *Caryocar brasiliense*, *Dalbergia miscolobium*, *Qualea grandiflora*, *Byrsonima crassa*, *Kielmeyera coriacea*, *Miconia pohliana* e *Stryphnodendron adstringens*, representando 63% da área basal total.

O levantamento realizado em 1995, sete anos após a implantação dos tratamentos silviculturais, mostrou que as parcelas submetidas ao tratamento 2 (corte com motosserra, retirada da lenha e fogo) apresentaram maior densidade, isto é, 303,33 ind. ha^{-1} . Em seguida, destacaram-se as áreas submetidas ao tratamento 1 (corte com motosserra e retirada da lenha) com 290 ind. ha^{-1} e aquelas submetidas aos tratamentos que utilizaram dentre outras práticas silviculturais, a lâmina para limpeza da área, ou seja, tratamentos 6 (190 ind. ha^{-1}), 5 (150 ind. ha^{-1}), 3 (133,33 ind. ha^{-1}) e 4 (86,67 ind. ha^{-1}). Entretanto, a maior área basal foi obtida para o tratamento 1 (0,99 $m^2 \cdot ha^{-1}$), superando o valor encontrado no tratamento 2 em cerca de 15%.

O corte com motosserra sem gradagem (tratamentos 1 e 2) favoreceu a regeneração de várias espécies, e, principalmente, daquelas que se destacaram por apresentarem altas densidades no levantamento de 1988 tais como *Caryocar brasiliense*, *Dalbergia miscolobium*, *Kielmeyera coriacea*, *Ouratea hexasperma*, *Qualea grandiflora*, *Qualea parviflora*, *Schefflera macrocarpa*, *Sclerolobium paniculatum* e *Stryphnodendron adstringens*. Contudo, espécies que não se destacaram no levantamento de 1988, passaram a se destacar em 1995, tanto por apresentarem alta densidade quanto por possuírem significativa área basal em relação ao total. Dentre estas espécies destacam-se *Eremanthus glomerulatus*, *Eriotheca pubescens*, *Mimosa clausenii* e *Blepharocalyx salicifolius*.

Eremanthus glomerulatus foi a espécie que apresentou maior índice de valor de cobertura em três tratamentos, ou seja, 1, 3 e 4, embora tenha se destacado entre as espécies que apresentaram maior densidade e maior área basal nos tratamentos 2 e 5. Esta foi encontrada em pelo menos duas parcelas de todos os tratamentos. Entretanto, no levantamento de 1988 e nos levantamentos contínuos que vêm sendo realizados no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa, tal espécie é considerada rara por apresentar baixa densidade nas áreas amostradas.

Mimosa clausenii apresentou o maior número de indivíduos e maior área basal em dois tratamentos (5 e 6) e foi encontrada em pelo menos duas parcelas desses tratamentos. Não foram observados indivíduos dessa espécie nos tratamentos 2 e 4. Tal como a espécie *Eremanthus glomerulatus*, essa espécie é considerada rara no Cerrado da Fazenda

Água Limpa, conforme pode ser observado na Tabela 2, onde a espécie ocupa a 34ª posição em IVC com cerca de 3,70 ind.ha⁻¹ e 0,0098 m².ha⁻¹.

Eriotheca pubescens foi a segunda espécie mais abundante em três tratamentos (3, 4 e 5), mas foram observados indivíduos desta espécie em pelo menos uma parcela dos demais tratamentos. Dados referentes ao levantamento de 1988 indicam que essa espécie apresenta baixa abundância na comunidade amostrada, com densidades variando de 3 a 17 ind.ha⁻¹. Além disso, antes da implantação dos tratamentos, não houve o registro de qualquer indivíduo da espécie nas parcelas destinadas ao tratamento 6.

Blepharocalyx salicifolius foi outra espécie que se destacou na área, sete anos após as intervenções, ocupando a primeira posição em IVC no tratamento 2. Entretanto, deve-se ressaltar que a sua ocorrência só foi observada em uma das parcelas desse tratamento. Foram ainda registrados indivíduos de *Blepharocalyx salicifolius* nos tratamentos 1, 4 e 5, mas foi apenas no tratamento 1 que a espécie apresentou alto IVC. Nos demais tratamentos, sua representatividade foi bem pequena.

Muito embora, tenha sido registrado na área dois incêndios acidentais, ou seja, um em 1989 (um ano após a instalação do experimento) e outro em 1994 (um ano antes da primeira avaliação do experimento), aqueles indivíduos que já estavam estabelecidos não sofreram com o efeito do fogo. Segundo Ramos (1990), a mortalidade de plantas estabelecidas devido ao fogo é um fenômeno raro ou somente manifestado a longo prazo, uma vez que as queimas sucessivas podem lesar tecidos vegetais e facilitar o ataque de pragas e doenças. Esta característica é também observada em plantas já estabelecidas das savanas africanas.

Tais informações sugerem, portanto, que estas espécies se estabeleceram logo após os distúrbios, podendo assim ser consideradas como iniciadoras do processo de sucessão nesse cerrado *sensu stricto*.

A grande maioria das espécies da flora lenhosa local, que normalmente se destaca em áreas não perturbadas, ocorreu em baixas densidades, o que significa que estas espécies são pouco adaptadas a distúrbios mais severos, como o corte raso da vegetação. Entretanto, a chance de uma espécie se estabelecer em um local é também função da proporção de todos os propágulos que ela produz (Crawley, 1986).

O estabelecimento de plântulas de indivíduos lenhosos sob condições naturais tem sido um enigma na ecologia do Cerrado (Hoffmann, 1996). O sucesso do estabelecimento desses indivíduos está na habilidade de se reproduzirem vegetativamente (tocos e gemas de raízes), na habilidade de produzirem sementes rapidamente após o fogo e na habilidade da prole sobreviver a queima. Em particular, espécies que não são aptas a reproduzir vegetativamente estão, provavelmente, em maior desvantagem sob fogos frequentes (Hoffmann, 1998).

De maneira geral, áreas de vegetação secundária apresentam uma característica comum, isto é, são dominadas por espécies heliófilas ou secundárias, que tendem a germinar e se desenvolver melhor em condições de muita luz. Além disso, produzem grande quantidade de sementes com grande capacidade de dispersão e/ou longevidade (Budowski, 1965; Grime, 1979). Estas espécies são importantes no manejo de áreas perturbadas pois possuem grande potencial para colonização e rápido crescimento, facilitando assim a viabilidade econômica das iniciativas de recuperação, além de facilitar o estabelecimento de espécies características de estágios sucessionais mais avançados.

As espécies *Eriotheca pubescens*, *Eremanthus glomerulatus* e *Mimosa clausenii*, também possuem sementes de grande longevidade que poderiam formar um banco de sementes. *Mimosa clausenii* pode ser considerada uma espécie colonizadora por apresentar grande produção de propágulos viáveis, rápido crescimento e ciclo de vida curto.

O cerrado *sensu stricto*, mesmo quando submetido a um distúrbio mais pesado, como no caso do tratamento 6, que envolveu corte com motosserra, fogo, destoca com lâmina e gradagem, parece estar conseguindo recuperar a sua riqueza florística e isto pode levar a caracterizá-lo como um sistema resiliente que, quando modificado por um distúrbio ocasional, tende a retornar a sua condição de equilíbrio original com o tempo. Contudo, apenas com monitoramentos a longo prazo, será possível confirmar tal hipótese.

Padrões de distribuição espacial das espécies

Com o objetivo de determinar padrões de distribuição espacial da vegetação lenhosa arbórea-arbustiva nas áreas naturais e naquelas submetidas aos tratamentos silviculturais, aplicou-se o método de análise multivariada de TWINSpan, que classifica os dados de uma comunidade baseando-se na densidade ou presença e ausência das espécies. O resultado da análise consiste em distribuir as espécies ou as parcelas amostradas, em classes ou grupos. (Gauch, 1982; Greig-Smith, 1983; Causton, 1988).

Neste estudo, foram utilizados os dados de densidade de indivíduos por espécie e por parcela.

No inventário realizado em 1988, não foi observada qualquer divisão forte entre e dentro dos blocos. Todas as divisões possíveis apresentaram um auto-valor inferior a 0,20, indicando que a composição florística e a densidade por espécie no cerrado estudado não foi um fator diferenciador importante, ou seja, o padrão de ocorrência de abundância de espécies foi similar em toda área amostrada. Um valor típico para dados de campo fica normalmente em torno de 0,30 (Gauch, 1982).

Quando se avaliou o padrão de distribuição espacial das espécies sete anos após a implantação dos tratamentos silviculturais, a classificação pelo método TWINSpan dividiu as 18 parcelas amostradas em dois grupos na primeira divisão (Figura 1). O primeiro grupo apresentou uma grande representatividade das parcelas do bloco 3, enquanto o

segundo grupo ficou exclusivamente representado por parcelas dos blocos 1 e 2. A divisão foi forte com um EIGEN-Value igual a 0,364, entretanto este valor não foi suficiente para separar tratamentos silviculturais afins. O distúrbio causado pela aplicação dos tratamentos silviculturais provocou uma heterogeneidade na vegetação. A única espécie indicadora do primeiro grupo foi *Stryphnodendron adstringens* e as indicadoras do segundo grupo foram, *Miconia pohliana*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Schefflera macrocarpa*.

As demais divisões apresentaram baixos auto-valores, não sendo possível detectar qualquer padrão de distribuição espacial da vegetação em função do tratamento silvicultural.

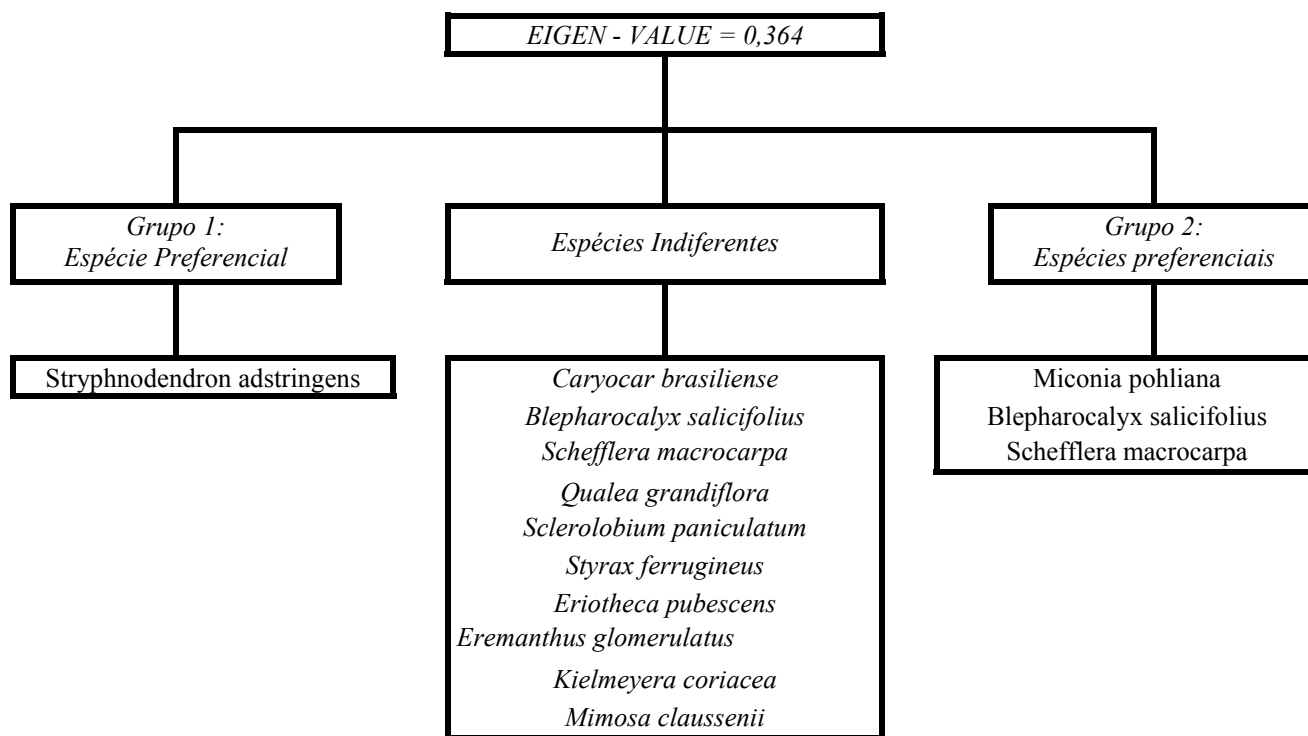


FIGURA 1 - Classificação pelo método TWINSpan das parcelas do cerrado *sensu stricto*, submetidas aos diferentes tratamentos silviculturais.

CONCLUSÕES

A princípio, a partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que as perturbações realizadas na área experimental afetaram de forma significativa a composição florística, uma vez que as espécies diferiram amplamente em suas tolerâncias às perturbações e às suas capacidades de recobrir a área.

Os resultados sugerem que as espécies *Eremanthus glomerulatus*, *Eriotheca pubescens* e *Mimosa clausenii* podem ser consideradas como iniciadoras do processo de sucessão no cerrado *sensu stricto*, pois possuem grande potencial para colonização e rápido crescimento, podendo ser indicadas para recuperação de ambientes degradados do cerrado.

O incêndio ocorrido em 1994, teve uma influência significativa nos resultados do inventário de 1995, entretanto o fogo é um fenômeno comum neste tipo de vegetação e a sua exclusão pode resultar no desenvolvimento de um denso sub-bosque susceptível à incêndios catastróficos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, San Jose, v.15, n.1, p.40-42, 1965.
- CAUSTON, D. R. **Introduction to vegetation analysis**. Unwin Hyman. London. 1988. 259p.
- CRAWLEY, M.J. The structure of plant communities. In: CRAWLEY, M.J. (Ed.). **Plant ecology**. Oxford: Blackwell Scientific. p.1-50. 1986
- EITEN, G. The cerrado vegetation of central Brazil. **Bot. Rev.** v..38, p. 201-341, 1972.
- FELFILI, J. M. & SILVA JÚNIOR, M. C. Floristic composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forests at Fazenda Água Limpa, Federal District, Brazil. Pp. 393-415. In: Furley, P.A., Proctor, J.A. and Ratter, J.A. **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. Chapman & Hall. London. 1992.

- FELFILI, J.M. et al. Projeto biogeografia do bioma cerrado: Vegetação e solos. **Cadernos de Geociências do IBGE**, Rio de Janeiro, v.12, p.75-166, 1994.
- FURLEY, P. A. **Notes on the soils and plant communities of Fazenda Água Limpa (Brasília, DF, Brasil)**. Occasional publications Nº 5. Department of Geograph, University of Edinburgh, Edinburgh, UK. 1985.
- GAUCH, H. G. **Multivariate analysis in community ecology**. Cambridge University Press. Cambridge. 1982. 298 p.
- GOEDERT, W. J. Management of the cerrado soils of Brazil: a review. **Journal of Soil Science**, v.34, p. 405-428, 1983.
- GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. 3ed. Blackwell. Oxford. 1983. 359p.
- GRIME, J. P. **Plant strategies and vegetation processes**. Chichester: J. Wiley, 1979. 222p.
- HARIDASAN, M. Solos do Distrito Federal. In: NOVAES-PINTO, M. (Ed.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1990. p. 309-330.
- HILL, M. O. **TWINSPAN: a FORTRAN program for arranging multivariate data in a ordered two-way table by classification, and its application to a survey of native pinewoods in Scotland**. **Journal of Ecology**, v.63, p.597-603, 1979.
- HOFFMANN, W.A. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. **Journal of Ecology**, v.83, p.383-393, 1996.
- HOFFMANN, W. A. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. **Journal of Applied Ecology**, v.35, p.422-433, 1998.
- KENT, M. & COKER, P. **Vegetation description analyses**. Behaven Press. London. 1992. 373p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. **Os ecossistemas brasileiros e os principais macrovetores de desenvolvimento. Subsídios ao planejamento da gestão ambiental**. PNMA. Brasília, D.F. 1995
- MOREIRA, A. G. **Fire protection and vegetation dynamics in the brazilian cerrado**. Harvard University, Cambridge. D. Phil. Thesis. 201p. 1992.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 180p.
- PIELOU, E. C. **The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination**. New York: John Wiley & Sons, 1987. 163p.
- PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Gráfica e Editora Midiograf, 2001. 327p.
- RAMOS, A. E. **Efeitos da queima sobre a vegetação lenhosa do cerrado**. Universidade de Brasília, Brasília, DF. Tese de Mestrado. 142p. 1991.
- SATO, M. N. **Mortalidade de plantas lenhosas do cerrado submetidas a diferentes regimes de queima**. Universidade de Brasília, Brasília, DF. Tese de Mestrado. 46p. 1996.

SISDIN – SISTEMA DE PROGNOSE PARA FLORESTAS NATURAIS UTILIZANDO
MATRIZES DE TRANSIÇÃO

SISDIN – NATURAL FOREST PROJECTION COMPUTER SYSTEM BY TRANSITION MATRIX

Henrique Soares Koehler¹ Luciano Farinha Watzlawick²

RESUMO

O sistema SISDIN desenvolvido é composto por oito módulos que permitem: a) a operação do banco de dados para parcelas permanentes de inventários florestais abrangendo abertura, criação, edição do banco de dados e impressão de listagens de espécies e de árvores por parcela; b) obtenção de estatísticas para parcelas permanentes, discriminando por espécie e classes de diâmetros fixas e variáveis, o número de árvores, o DAP médio, o DAP mínimo, o DAP máximo e o desvio padrão do DAP; c) a análise da estrutura das parcelas, por meio do cálculo da densidade absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa, dominância absoluta e relativa, índice de valor de importância, porcentagem de importância, índice de valor de cobertura e porcentagem de cobertura; d) obtenção das estatísticas da dinâmica de parcelas permanentes, discriminando por espécies e classes de diâmetros fixas ou variáveis, o número de árvores, o incremento médio anual em diâmetro e em área basal, o índice de competição G de Kohyama, o ingresso e a mortalidade; e) o agrupamento de espécies por critérios subjetivos ou pelo uso da análise de grupos hierárquicos; f) a prognose do número de árvores, do volume de fuste, do peso da biomassa do fuste e do estoque de carbono no fuste pelo uso de matrizes de transição; baseado nas estatísticas obtidas, com valores arbitrários, com valores estimados por meio de equações ajustadas ou combinação desses; e g) obtenção de gráficos para as estatísticas e estimativas geradas. A base de dados e as equações usadas para obtenção das estimativas, utilizadas para desenvolvimento e teste do sistema foram originárias de quatro parcelas permanentes do Projeto Ecológico de Longa Duração (PELD) desenvolvido em área de Floresta Ombrófila Mista, situada na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná em São João do Triunfo.

Palavras-chave: sistema computacional, banco de dados, estrutura, dinâmica, crescimento, índices fitossociológicos, análise de agrupamentos, prognose, matriz de transição, biomassa, armazenamento de carbono.

ABSTRACT

SISDYN system is composed of eight procedures allowing to: a) operate the database for permanent plots forest inventory plots; b) calculate statistics from permanent plots, displaying and printing results by species, diameter class (fixed and variable) and reporting number of trees per plot, maximum DBH, average DBH, minimum DBH and DBH standard deviation on a plot basis; c) analyzing plot structure by calculating absolute and relative density, frequency and dominance, index of importance value, importance percentage, index of coverage value and percentage of coverage; d) calculate dynamics statistics from permanent plots, presenting results by species, diameter class (fixed and variable) and reporting number of trees per plot, annual average DBH increment, annual average basal area increment, Kohyama's competition index "G", ingrowths and mortality on a plot basis; e) clustering species based on maximum DBH and average increment of DBH for each species, using Ward's hierarchical clustering method; f) calculate projection of number of trees, stem volume, stem fresh biomass weight and stem carbon storage by transition matrices based on calculated or estimated values for ingrowths, mortality and combination of both; g) plotting of all statistics and projections made. Data used to develop and test the system came from four permanent plots of 100 x 100 m, of mixed araucaria-hardwoods forest, located at the Experimental Station of São João do Triunfo-PR, Brazil.

Key words: natural forest database; forest structure; forest dynamics; tree growth; species clustering; projection; transition matrix; biomass; carbon storage;

INTRODUÇÃO

Informações sobre ingresso, crescimento e mortalidade das espécies, composição, fitossociologia e dinâmica dos povoamentos florestais existentes ainda são incipientes e escassos em nosso país. A quantificação da absorção e estocagem de carbono pelas florestas são temas que devem ser somados a estas preocupações.

Modelos de crescimento constituem-se em excelentes ferramentas, que permitem aos profissionais encarregados de manejar florestas, investigarem de forma rápida e eficiente, a resposta da floresta sob diferentes

¹ Dr, Prof^o Adjunto Departamento de Defesa Fitosanitária da Universidade Federal do Paraná – UFPR. E-mail: koehler@ufpr.br

² Dr, Prof^o Adjunto Departamento de Eng. Ambiental da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, BR 153, Km 7, Bairro Riozinho, Irati-PR, 84.500-000. E-mail: farinha@irati.unicentro.br

regimes de manejo. Vanclay (1983) definiu modelo de crescimento como sendo um sistema de equações que pode prever crescimento e produção de uma floresta sobre uma grande variedade de condições. Com certeza poder-se-ia acrescentar que a quantificação da biomassa de florestas e o estoque armazenado de carbono seriam outras funções importantes dos modelos de crescimento como forma de auxiliar a solução dos efeitos nefastos das devastações e das emissões descontroladas de CO₂.

As metodologias hoje disponíveis permitem que se modele o crescimento de florestas com exatidão satisfatória. Os modelos de crescimento entretanto têm uso limitado quando utilizados isoladamente e requerem dados auxiliares para fornecer informações úteis. Os dados podem ser oriundos de inventários florestais ou de outras fontes como parcelas permanentes.

O ideal na construção de modelos de crescimento é que a modelagem, a definição e a coleta dos dados sejam processos iterativos, iniciando-se sempre com a formulação do modelo. O ciclo de vida dos dados engloba definição, coleta, validação, armazenamento, análise e síntese. Todas as etapas são igualmente importantes e um sistema eficiente requer balanço entre elas. Dentre os procedimentos padrões mínimos está a forma de se armazenar os dados coletados, de modo a permitir sua utilização racional quando da elaboração e implantação dos modelos de crescimento.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conceito de sistema é fundamental para a análise e a elaboração de modelos. O estudo dos sistemas, naquilo que seja comum a todos eles independentemente de sua natureza física, é realizado sob o que Bertalanffy (1975) chamou de teoria geral dos sistemas, cujo objeto é a formulação de princípios válidos para sistemas em geral, qualquer que seja a natureza dos elementos que os compõem e as suas relações ou forças existentes entre eles.

Os bancos de dados relacionais normalizados baseiam-se em relações que são descritas por meio de tabelas bidimensionais. A tabela como um todo representa uma entidade ou tipo de relação. A coluna corresponde ao atributo e existe uma linha para cada ocorrência. Um ponto importante no qual a relação é diferente de uma tabela comum é que a relação não pode conter linhas duplicadas. Connell (1998) define normalização como o processo de organização dos dados em um banco de dados relacional. O processo de normalização inclui a criação das tabelas, o estabelecimento das relações entre elas usando regras elaboradas para proteger os dados e tornar o banco de dados mais flexível.

A modelagem dos bancos de dados consiste de três componentes principais: as estruturas, as operações e as restrições. A parte que diz respeito às estruturas especifica como os itens elementares são agrupados em unidades maiores. As operações fornecem os mecanismos para inserção, eliminação, busca e modificação dos dados. As restrições são utilizadas para controlar as condições sob as quais os dados podem existir, serem alterados e assim por diante (Riordan, 1999).

Considerando o objetivo de implementar um modelo computacional de prognose de crescimento utilizando o processo de matrizes de transição, o modelo elaborado pode ser classificado, segundo Sanquetta (1996), como empírico (aquele que procura explicar o que ocorreu, está ocorrendo ou pode ocorrer), estático (aquele no qual as funções de crescimento e produção não permitem variações na história dos tratamentos no povoamento), determinístico (aquele que produz estimativas das tendências de desenvolvimento de um povoamento e onde, dadas as mesmas condições iniciais o modelo produzirá os mesmos resultados), não espacial (onde a distribuição das árvores não é levada em conta), por classes de diâmetro e que utiliza o processo de matrizes de transição.

Matrizes de transição compõem o tipo de modelo de crescimento onde se usa o critério de separar árvores entre aquelas que, após determinado período de tempo, apresentam crescimento que as posiciona como pertencentes a uma, duas ou mais que duas classes de tamanho subsequentes à classe onde se encontravam, árvores que permaneceram na mesma classe de tamanho e árvores que morreram durante o período. O ingresso ou recrutamento também podem ser incorporados ao sistema. O movimento ou dinâmica das classes de tamanho é calculado em proporções ou probabilidades que constituem a chamada matriz de transição. Essa matriz é então multiplicada por um vetor de frequências por classes de tamanho de modo a se obter outro vetor de frequências projetadas para o momento futuro Vanclay (1994). A condicionante geral para uma projeção de classes de diâmetro é que os valores de entrada, saída, mortalidade e recrutamento derivados de parcelas permanentes, medidas em determinados intervalos de tempo, possam ser repetidamente aplicados para a obtenção de novas estimativas da tabela do povoamento em sucessivos períodos de tempo.

METODOLOGIA

No estudo do bioma floresta como um sistema aberto que troca matéria com o meio compreende duas questões. A primeira é a estática, isto é, a conservação do sistema em um estado independentemente do tempo. A segunda é a dinâmica, isto é, as variações do sistema no tempo. O que se pretendeu com o sistema computacional SISDIN foi modelar o mundo real representado pela floresta natural, com seus componentes e relações, a partir da abstração do componente árvore que passa a ser uma entidade com atributos possuidores de uma ordem hierárquica, tendo como base inicial a elaboração de um banco de dados.

Os dados usados para desenvolvimento e teste do sistema são oriundos de parcelas permanentes de inventário florestal integrantes do “Programa Ecológico de Longa Duração” (PELD) localizadas na Estação Experimental de São

João do Triunfo, da Universidade Federal do Paraná.

A área florestal da estação foi dividida em parcelas de 100 x 100 m. Os dados são coletados anualmente em quatro parcelas. Cada parcela é dividida em sub-parcelas de 10 x 10 m, onde todas as árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10 cm são medidas com fita métrica ou trena. Cada árvore recebe um número único, sendo que as árvores ingressas no ano de medição recebem um número incrementado de 1000 unidades em relação ao ano anterior para diferenciar o ano da medição. As medições usadas no sistema são às referentes aos anos de 1995 a 2001.

A linguagem de programação utilizada foi a Microsoft Visual Basic 6.0 ®. A escolha desta linguagem dependeu, como preconiza Alder (1995), basicamente dos padrões existentes e das preferências do usuário. No sistema computacional elaborado foi utilizado um modelo de banco de dados relacional normalizado para armazenar os dados oriundos de medições de parcelas permanentes, composto pelas tabelas sumarizadas na Figura 1, cujas estruturas, relações e componentes principais são nela especificados.

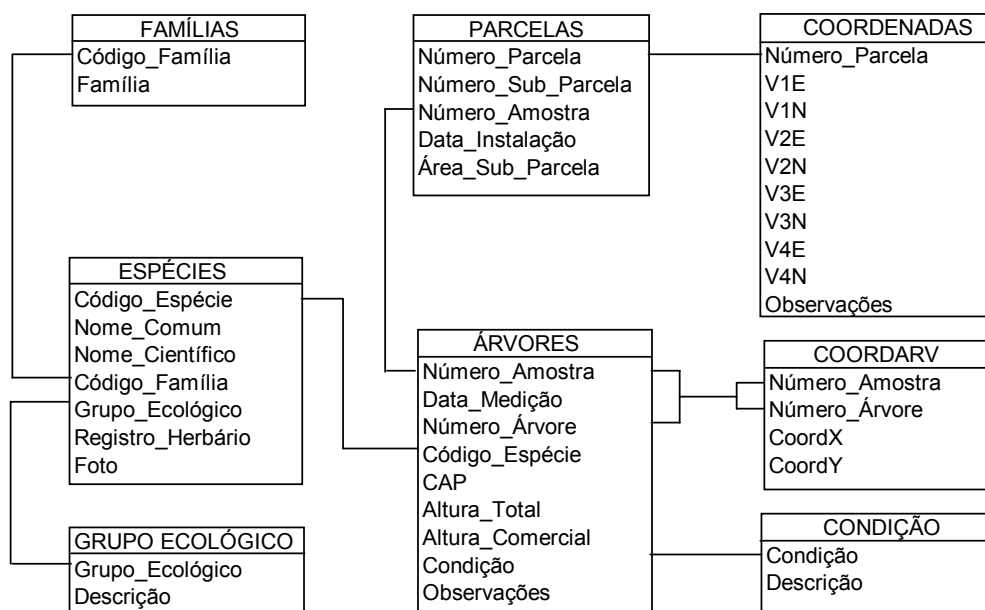


FIGURA 1 - Tabelas que compõem o banco de dados relacional para armazenamento os dados provenientes de parcelas permanentes com as respectivas relações.

A tabela de espécies contém os dados relativos as espécies encontradas na área onde se localizam as parcelas permanentes de inventário florestal. Contém os dados referentes a cada uma das parcelas permanentes já existentes ou a serem implementadas no sistema. A tabela relativa às árvores medidas contém os dados de cada árvore encontrada nas sub-parcelas, condição das árvores e posição de cada árvore na parcela, se houver.

As tabelas de espécies, parcelas e árvores componentes do banco de dados têm como operações padrão a possibilidade de inclusão, exclusão, edição, recuperação e busca de registros. A forma de armazenamento dos dados é de um registro por árvore por ano de medição, sendo que o sistema fornece listagens padronizadas dos dados armazenados.

Na implementação do sistema foi obedecido uma ordem lógica que permite a obtenção das variáveis e funções necessárias em cada passo do processo de modelagem. Partindo dos arquivos de dados de parcelas permanentes armazenados no banco de dados são geradas as estimativas dos parâmetros relativos à estrutura dimensional e horizontal das parcelas, segundo metodologia utilizada por Durigan (1999) e Pizzato (1999). As estatísticas calculadas por parcela são obtidas para o ano de medição, sendo reportadas por classes de diâmetros, espécies e para o total da parcela. Os processos dinâmicos têm as funções de ingresso, crescimento e mortalidade ajustadas com bases nas estatísticas geradas, permitindo que na etapa seguinte o modelo de crescimento forneça as estimativas das projeções desejadas.

A estrutura dimensional diamétrica é caracterizada pela obtenção da distribuição por classes de diâmetros das estatísticas número de árvores, diâmetro à altura do peito (DAP) mínimo, máximo e médio, desvio padrão do DAP e área basal. Os resultados obtidos são emitidos por classes de diâmetro, espécies e para o total das parcelas que compõem os dados referentes às parcelas permanentes utilizadas.

Nas estatísticas das estimadas referentes aos parâmetros que descrevem a dinâmica da floresta são o incremento corrente anual médio em cm ano^{-1} (ICA), o incremento em área basal médio em $\text{m}^2 \cdot \text{ano}^{-1}$ (IAB), o índice de sombreamento, “Índice G”, que corresponde ao “*index of the shading effect*” definido por Kohyama (1991), e as estatísticas de ingresso e mortalidade no período. Os resultados obtidos são emitidos por classes de diâmetros, espécies e para o total das parcelas utilizadas.

O sistema possui um módulo que permite gerar gráficos das relações entre as várias variáveis obtidas. A verificação da suficiência amostral por sua vez é realizada por meio da confecção do gráfico que representa a relação espécie/área. Possibilita também que as espécies sejam agrupadas de três formas distintas: a) todas as espécies presentes nas parcelas utilizadas formam um grupo; b) as espécies serão agrupadas segundo critério subjetivo definido pelo usuário do sistema; e c) as espécies são agrupadas por classificação hierárquica, segundo o método de Ward (1963), com base nas variáveis incremento médio em diâmetro e diâmetro máximo observado por espécie, como utilizado por Alder (1995) na Amazônia.

O cálculo do número de árvores que ingressam no povoamento é tratado pelo sistema por meio de duas abordagens distintas. Na primeira o ingresso é representado por um número fixo de árvores especificado pelo usuário e na segunda pelo número de árvores que ingressaram no período de tempo considerado, de acordo com o encontrado para os dados utilizados para a simulação.

Para cada grupo de espécies ou para o conjunto total delas, uma matriz P de probabilidades de transição é aplicada a um vetor Y_t que contém o número de árvores vivas no tempo t de determinada espécie ou grupo de espécies, em cada classe de diâmetro. Adicionando-se o ingresso ao resultado gera-se uma tabela para o povoamento a it anos depois, onde it é o intervalo de tempo entre a primeira e a segunda medição das parcelas permanentes:

$$Y_{t+it} = P_t \cdot y_t + I_t - M_t$$

Onde:

$$P_t = \begin{bmatrix} a_{i,j} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ b_{i,j} & a_{i+1,j} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ c_{i,j} & b_{i+1,j} & a_{i+2,j} & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c_{i+1,j} & b_{i+2,j} & a_{i+3,j} & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & c_{n-2,j} & b_{n-1,j} & a_{n,j} \end{bmatrix}_t ; I_t = \begin{bmatrix} i_t \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} ; M_t = \begin{bmatrix} m_i \\ m_{i+1} \\ m_{i+2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ m_{n-1} \\ m_n \end{bmatrix}$$

Sendo:

- $a_{i,j}$ a probabilidade que a árvore sobreviva e permaneça na classe de diâmetro i durante o intervalo de tempo de t até t + anos;
- $b_{i,j}$ a probabilidade que a árvore que estava na classe i sobreviva e progrida para a classe i+1 no intervalo de tempo t até t + anos;
- $c_{i,j}$ a probabilidade que a árvore que estava na classe i sobreviva e progrida até a classe i + 2 no intervalo de tempo t até t + anos; e
- I_t o ingresso na classe i no intervalo de tempo t até t + anos.

Os valores de $a_{i,j}$, $b_{i,j}$ e $c_{i,j}$ serão calculados como:

$$P_{i,j} = \frac{n_{i,j}}{N_{i,j}}$$

Onde:

- $P_{i,j}$ é a probabilidade de ocorrência de árvores na classe j, no tempo (t + anos), dado a classe i no tempo t;
- $n_{i,j}$ é o número de árvores na classe i no tempo (t + anos), dado a classe i no tempo t; e
- $N_{i,j}$ é o número total de árvores na classe i no tempo t.

A mortalidade M_i , para cada classe de diâmetro é estimada por uma função ajustada ou mantida em um valor fixo. O sistema fornece uma listagem da matriz de progressão e da matriz de probabilidades calculada, para classes de diâmetros fixas e variáveis.

O cálculo do número de árvores mortas no período de tempo considerado, da mesma forma que o ingresso é tratado pelo sistema de três formas diferentes. Na primeira, a mortalidade é fixa e proporcional para cada classe de diâmetro e é especificada pelo usuário, enquanto que na segunda forma ela é intrínseca ao modelo e calculada como:

$$M = 1 - a_i - b_i - c_i - \dots - n_i$$

Onde: a_i é a proporção de árvores que permaneceram na primeira classe e b_i , c_i , n_i as proporções de árvores que mudaram uma, duas ou mais classes de diâmetro, todas durante o período considerado. A terceira forma de tratar a mortalidade das árvores pelo modelo é obter uma estimativa de seu valor pela função exponencial negativa:

$$M_{(t,x)} = b_0 \cdot e^{(-b_1/x)}$$

Onde:

$M_{(t,x)}$ é a mortalidade da classe de diâmetro x no tempo t ;
 b_0 , b_1 são coeficientes; e
 x é o tamanho da árvore representado pelo ponto médio da classe de diâmetro.

Os valores de mortalidade determinados por classes de diâmetro, são obtidos do modelo ajustado pelo sistema, utilizando como variável independente ou explicativa, no ponto médio da classe de diâmetro considerada.

Com as matrizes de transição calculadas, o sistema projeta o número de árvores, o volume de fuste, o peso verde da biomassa do fuste e a quantidade de carbono armazenada no fuste, por classes de diâmetros fixas e variáveis, para o período de tempo especificado. O número de árvores é calculado multiplicando-se a matriz de transição encontrada pelo vetor inicial determinado, somando-se a seguir o ingresso ocorrido no período considerado.

O volume do tronco é estimado pela integração parcial da função polinomial de afilamento de quinto grau que possui seguinte forma:

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + b_4x^4 + b_5x^5$$

Onde :

$y = d_i/dap$;
 $x = h_i/h_t$ ou $x = h_i/h_c$ dependendo da espécie;
 h_i = altura parcial do fuste;
 h_t = altura total da árvore;
 h_c = altura comercial da árvore; e
 dap = diâmetro à altura do peito.

A altura comercial é estimada pela equação:

$$h = b_0 + b_1 \ln(dap)$$

Tendo estimado as alturas a partir do ponto médio de cada classe de diâmetro, o sistema estima o volume para cada classe de diâmetro e obtém o volume final multiplicando o volume estimado da classe respectiva pelo número de árvores projetadas.

O peso de biomassa verde de fuste é estimado a partir de uma equação ajustada cujo modelo foi proposto por Sanquetta *et al.* (2001) e que é:

$$PV = b_0 \cdot dap^{b_1} \cdot h_c^{b_2}$$

Onde: PV = peso verde em kg; dap = diâmetro à 1,30m do solo; H_C = altura comercial estimada; e b_0 , b_1 e b_2 = coeficientes da equação.

A quantidade de carbono armazenada é calculada multiplicando-se o volume do tronco por uma constante determinada por espécie que representa a quantidade de carbono armazenada nessa parte da árvore.

Os resultados são reportados por classes de diâmetros fixas e variáveis, por período de tempo especificado. Esse período de tempo depende do número de anos utilizados para a obtenção da matriz de transição. Desse modo, se a matriz de transição levou em consideração um período de três anos e se deseja projeções para trinta anos, o sistema fornecerá estimativas para dez períodos de três anos cada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resultado da implementação em linguagem computacional de um modelo de crescimento para florestas naturais utilizando o método de matrizes de transição é o **Sistema Computacional de Dinâmica para Florestas Naturais – SISDFN** - doravante descrito de forma resumida.

O sistema é composto de oito módulos que compreendem os procedimentos relativos à operação do banco de dados para inventários florestais de parcelas permanentes de florestas naturais, para os cálculos que descrevem a estrutura horizontal, as estatísticas das parcelas, a dinâmica, o agrupamento de espécies, a prognose e a apresentação gráfica ou impressa dos resultados obtidos. A tela principal do sistema é apresentada na Figura 2.



FIGURA 2 - Tela principal do sistema apresentando o menu e a barra menu na parte superior, a descrição dos módulos e a barra de tarefas na parte inferior.

As estimativas das alturas comerciais das árvores como função do ponto médio da classe de diâmetro (PMCD) foram obtidas pelo uso das equações apresentadas a seguir e desenvolvidas para a área abrangida pelo programa PELD. Para a araucária foi usada a equação:

$$H_c = -29,256 + 12,358 \ln(\text{PMCD})$$

e para as demais espécies folhosas a equação:

$$H_c = 3,834 + 0,670 \ln(\text{PMCD})$$

As estimativas dos volumes de tronco foram obtidas por meio da integração das funções de afilamento, representadas por um polinômio de 5º grau ajustadas para a área com altura do toco de 0,20 m, altura comercial estimada pelo PMCD e que são para a araucária:

$$y = 1,2176 - 3,8008 x + 17,3670 x^2 - 44,6880 x^3 + 54,5590 x^4 - 24,7000 x^5$$

e para as demais espécies folhosas:

$$y = 1,2000 - 1,5093 x + 3,1739 x^2 - 0,5433 x^3 - 8,9023 x^4 + 4,8832 x^5$$

Já nas estimativas do peso verde dos fustes e do estoque de carbono armazenado foram calculados em função da altura comercial estimada e do PMCD por equações ajustadas com base em 139 árvores de espécies folhosas e 15

exemplares de araucária, representativas da Floresta Ombrófila Mista, cujos pesos de biomassa verde de fuste e teores de carbono foram determinados como parte das atividades do programa PELD desenvolvido na área. As equações resultantes foram para a araucária:

$$PV = 0,1099 \cdot PMCD^{2,0261} \cdot H_c^{0,7512}$$

e para as demais folhosas:

$$PV = 0,2339 \cdot PMCD^{1,8656} \cdot h_c^{0,5258}$$

O teor médio de carbono no tronco encontrado para a araucária foi de 424,69 Mg Kg⁻¹ enquanto que para as espécies folhosas foi de 416,80 Mg Kg⁻¹ (Watzlawick, 2003).

Os relatórios e gráficos gerados podem ser analisados na tela e impressos, se desejado. Cada relatório apresenta um título identificando o sistema, o número da página, o número total de páginas do relatório e a data em que foi gerado.

O primeiro procedimento executado quando da operação do sistema é a abertura do banco de dados a ser utilizado para a modelagem. Tendo sido aberto ou criado o banco de dados com o qual os demais procedimentos serão executados, o sistema habilita os procedimentos de manipulação do mesmo. A edição das tabelas de espécies, parcelas e árvores por amostra é feita por meio de um conjunto de funções comuns presentes nas telas referentes a cada tabela. A Figura 3 mostra os procedimentos possíveis para a tabela das espécies existentes.

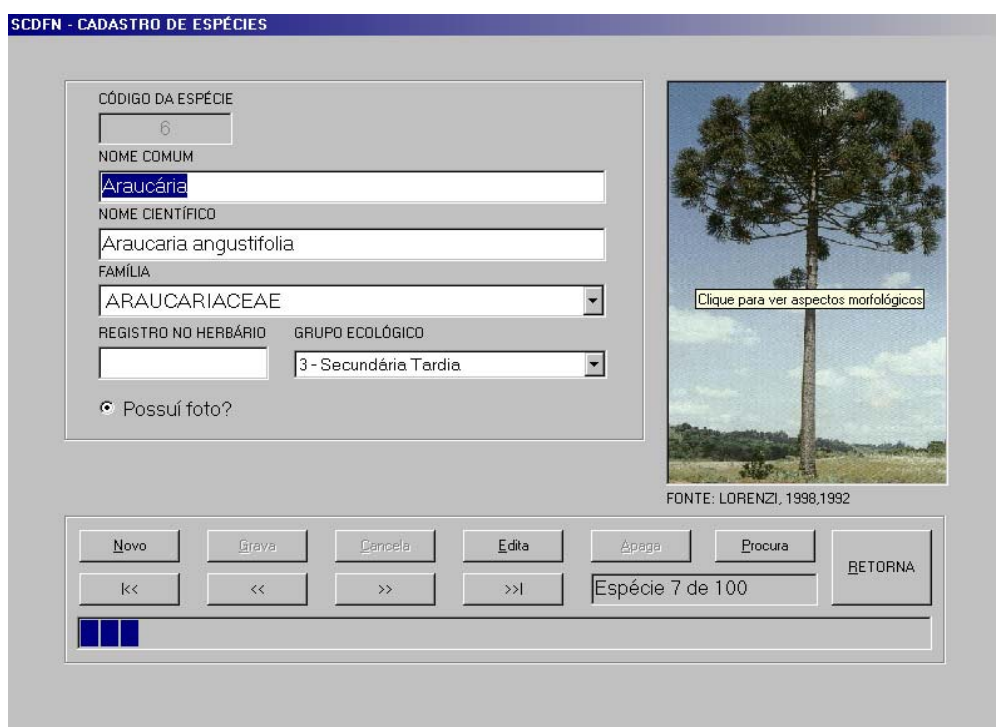


FIGURA 3 - Tela de edição da tabela de espécies, mostrando na parte inferior as funções comuns às telas de edição.

As opções para a geração das estatísticas e dos índices fitossociológicos, por parcela, são habilitadas uma vez completo o procedimento de abertura dos arquivos. São calculadas as estatísticas para a parcela ou parcelas selecionadas, para classes de diâmetros fixas e variáveis gerando os resultados apresentados na Figura 4. Para cada uma das espécies presentes na parcela ou parcelas são apresentados o nome comum, o nome científico, a família e as estatísticas número de árvores por parcela, DAP médio, mínimo e máximo, em cm, área basal em m² por parcela e desvio padrão do DAP, sendo que somente as árvores vivas são consideradas para efeito dos cálculos. Ao final do relatório são apresentadas as mesmas estatísticas para o total da parcela ou parcelas.

Os índices fitossociológicos são calculados para a parcela ou parcelas selecionadas executando-se a opção correspondente. São calculados para todas as espécies presentes nas parcelas, para as árvores mortas e para o total a densidade absoluta (Número de árvores por parcela), a densidade relativa (%), a frequência absoluta (%), a frequência relativa (%), a dominância absoluta (m² por parcela), a dominância relativa (%), o valor de importância (%), o valor de importância percentual, o valor de cobertura (%) e o valor de cobertura percentual, mostrando a tela apresentada na Figura 5. Para efeito de cálculos cada fuste registrado foi considerado um indivíduo, o que pode superestimar os índices das espécies com tendência a apresentarem bifurcações.

O procedimento que executa os cálculos das estatísticas da dinâmica da floresta é acessado pela opção “Dinâmica” do menu ou barra menu, podendo o usuário especificar se o cálculo deverá ser feito para todas as espécies ou para espécies escolhidas previamente.

Para efeito dos cálculos das estatísticas da dinâmica são consideradas árvores ingressas aquelas que atingiram um DAP de 10 cm ou mais no período considerado, vivas as que apresentam valores diferentes zero no campo do atributo CAP, em ambos os anos considerados, e mortas aquelas que apresentam valor diferente de zero no primeiro ano e igual a zero no segundo. A classe de diâmetro, fixa ou variável, é calculada para cada indivíduo, tomando por base o DAP no segundo ano, nos caso de árvores vivas e ingressas, e o DAP no primeiro ano no caso das árvores que morreram no período de cálculo. O procedimento que calcula as estatísticas da dinâmica da floresta também acumula o número de indivíduos que permanecem ou que mudam de classe de diâmetro no período e ajusta as equações de regressão que serão usadas para estimar a mortalidade, quer para classes de diâmetros fixas quer para as classes de diâmetros variáveis.

ESPÉCIE	DENSIDADE		FREQUÊNCIA		DOMINÂNCIA		IMPORTÂNCIA		COBERTURA	
	ABS. n°	REL. %	ABS. %	REL. %	ABS. m²	REL. %	VALOR %	PERCT. %	VALOR %	PERCT. %
bizzia sp.	2	0,07	1,68	0,14	0,04	0,03	0,24	0,08	0,10	0,05
MOSACEAE										
Allophylus edulis	1	0,04	0,84	0,07	0,01	0,01	0,11	0,04	0,04	0,02
SAPINDACEAE										
Allophylus sp.	14	0,50	9,24	0,77	0,33	0,25	1,51	0,50	0,74	0,37
SAPINDACEAE										
Araucaria angustifolia	576	20,37	90,76	7,52	63,24	47,85	75,74	25,25	68,22	34,11
ARAUCARIACEAE										
Campomanesia guazumaefolia	3	0,11	2,52	0,21	0,08	0,06	0,38	0,13	0,17	0,08
MYRTACEAE										
Campomanesia xanthocarpa	79	2,79	36,13	2,99	2,91	2,20	7,99	2,66	5,00	2,50
MYRTACEAE										
Capsicodendron dinisii	76	2,69	33,61	2,78	3,40	2,57	8,04	2,68	5,26	2,63
Pimenta										

FIGURA 4 - Tela mostrando o relatório de estatísticas para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao ano de 2001, para classes de diâmetro fixas, ordenado por nome comum.

SCDFN - ESTATÍSTICAS POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO FIXAS

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA PARA FLORESTAS NATURAIS 1/10 27/06/02

ESTATÍSTICAS POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO

ESPÉCIE	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL
	10,00 19,99	20,00 29,99	30,00 39,99	40,00 49,99	50,00 59,99	60,00 69,99	70,00 79,99	80,00 89,99	90,00 99,99	100,00 109,99	110,00 119,99	120,00 129,99	130,00 130,00	
Açoíta-cavalo / Luehea divaricata / TILIACEAE														
Nº Árvores	3	5	1	1	1	1	1							13
DAP Médio - cm	15,79	24,96	35,97	44,25	59,52		74,23	87,79						36,45
DAP Mínimo - cm	12,10	21,01	35,97	44,25	59,52		74,23	87,79						12,10
DAP Máximo - cm	17,95	28,65	35,97	44,25	59,52		74,23	87,79						87,79
Área Basal - m²	0,060	0,248	0,102	0,154	0,278		0,433	0,605						1,88
D.P. DAP (s) - cm	3,21	3,46												23,57
Araçá / Psidium sp. / MYRTACEAE														
Nº Árvores	3	1												4
DAP Médio - cm	13,21	23,24												15,72
DAP Mínimo - cm	9,80	23,24												9,80
DAP Máximo - cm	19,74	23,24												23,24
Área Basal - m²	0,046	0,042												0,09
D.P. DAP (s) - cm	5,65													6,81
Araucária / Araucaria angustifolia / ARAUCARIACEAE														
Nº Árvores	164	112	107	90	59	24	15	4		1				576
DAP Médio - cm	14,28	24,84	34,72	44,91	53,85	64,16	72,66	82,32		105,84				33,20
DAP Mínimo - cm	8,50	20,05	30,02	40,43	50,10	60,32	70,35	80,06		105,84				8,50
DAP Máximo - cm	19,86	29,92	39,95	49,82	59,91	68,31	74,80	84,42		105,84				105,84
Área Basal - m²	2,743	5,500	10,202	14,310	13,480	7,773	6,221	2,130		0,880				63,24
D.P. DAP (s) - cm	3,00	3,00	3,77	3,89	3,64	4,19	4,05							17,31

FIGURA 5 - Tela apresentando os índices fitossociológicos para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao ano de 2001, ordenados por nome científico.

As estatísticas da dinâmica, calculadas para as parcelas selecionadas, para cada espécie e para o total das parcelas e por classes de diâmetros, mostradas na Figura 6, são o número de árvores por parcela, o incremento periódico anual médio do DAP por parcela, em cm, o incremento periódico anual médio em área basal, em m² por parcela, o índice de competição “G” de Koyhama (1991), em m² por parcela, e o número de árvores ingressas, por parcela ou parcelas, no período.

SCDFN - ESTATÍSTICAS DA DINÂMICA POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO FIXAS

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA PARA FLORESTAS NATURAIS 1/10 27/06/02

ESTATÍSTICAS DA DINÂMICA POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO

ESPÉCIE	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL
	10,00 19,99	20,00 29,99	30,00 39,99	40,00 49,99	50,00 59,99	60,00 69,99	70,00 79,99	80,00 89,99	90,00 99,99	100,00 109,99	110,00 119,99	120,00 129,99	130,00 130,00	
Açoíta-cavalo / Luehea divaricata / TILIACEAE														
Nº Árvores	3	5	1	1	1		1	1						13
IPA DAP Médio - cm	0,25	0,14	0,25	0,05	0,16		1,15	0,00						0,24
IPA g Médio - cm²/m²	18,64	29,60	14,08	3,67	14,76		127,99	0,23						208,98
Índice "G" - m²	1,90	1,84	1,59	1,49	1,33	1,06	1,06	0,62						1,90
Ingresso														
Mortalidade														
Ameixeira / Eriobotrya japonica / ROSACEAE														
Nº Árvores														
IPA DAP Médio - cm														
IPA g Médio - cm²/m²														
Índice "G" - m²														
Ingresso														
Mortalidade		1												1
Araçá / Psidium sp. / MYRTACEAE														
Nº Árvores	3	1												4
IPA DAP Médio - cm	0,04	0,29												0,10
IPA g Médio - cm²/m²	3,33	10,25												13,58
Índice "G" - m²	0,09	0,04												0,09
Ingresso														

FIGURA 6 - Tela mostrando o relatório de estatísticas da dinâmica da floresta, para as quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas, ordenado por nome comum.

Os gráficos gerados pelo sistema são os seguintes:

- número de árvores por parcela;
- área basal em m² por parcela;
- incremento periódico anual médio em diâmetro por parcela, em cm;
- incremento periódico anual médio em área basal em m² por parcela;
- índice de competição K em m² por parcela;
- mortalidade; e
- resultados do ajuste das equações de regressão para estimativas da mortalidade.

A Figura 7 mostra um exemplo dos gráficos gerados, para a variável número de árvores por parcela, para classes de diâmetros fixas e a Figura 8 mostra os resultados do ajuste do modelo de equação da regressão para as estimativas da mortalidade, para classes de diâmetros fixas.

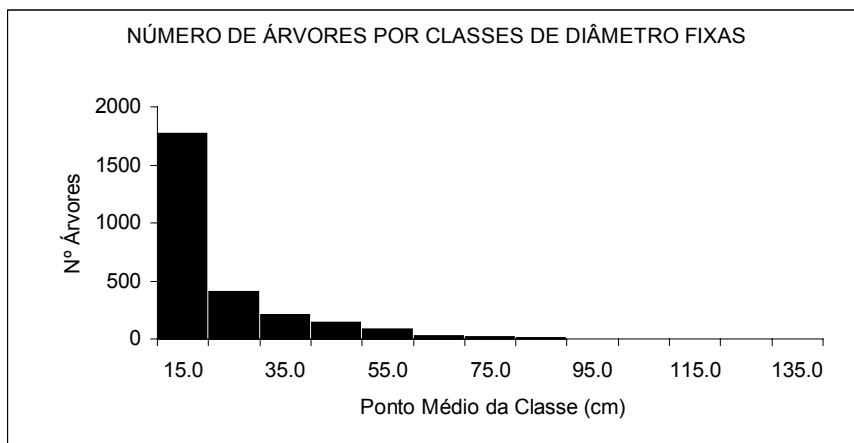


FIGURA 7 - Gráfico do número de árvores, para as quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros fixas, na medição referente ao ano de 2001.

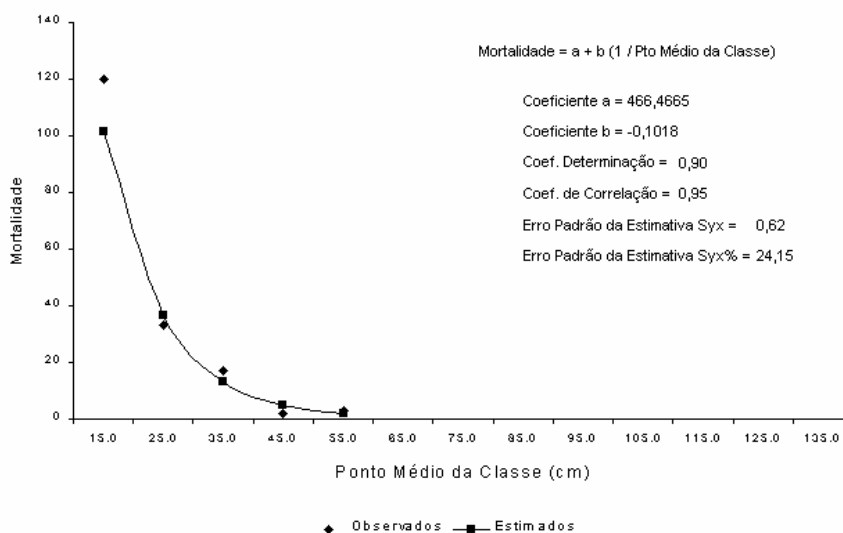


FIGURA 8 - Resultados do ajuste da equação de regressão para estimar a mortalidade para classes de diâmetros fixas, considerando as estatísticas da dinâmica do período de 1995 a 2001, para as quatro parcelas do projeto PELD.

O sistema permite que espécies sejam agrupadas, segundo a técnica de análise de grupos hierárquicos. Os agrupamentos ótimos são feitos considerando as estatísticas diâmetro máximo, oriunda das estatísticas das parcelas e incremento periódico médio em DAP, oriundo das estatísticas da dinâmica, para todas as espécies presentes nas parcelas processadas. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 9.

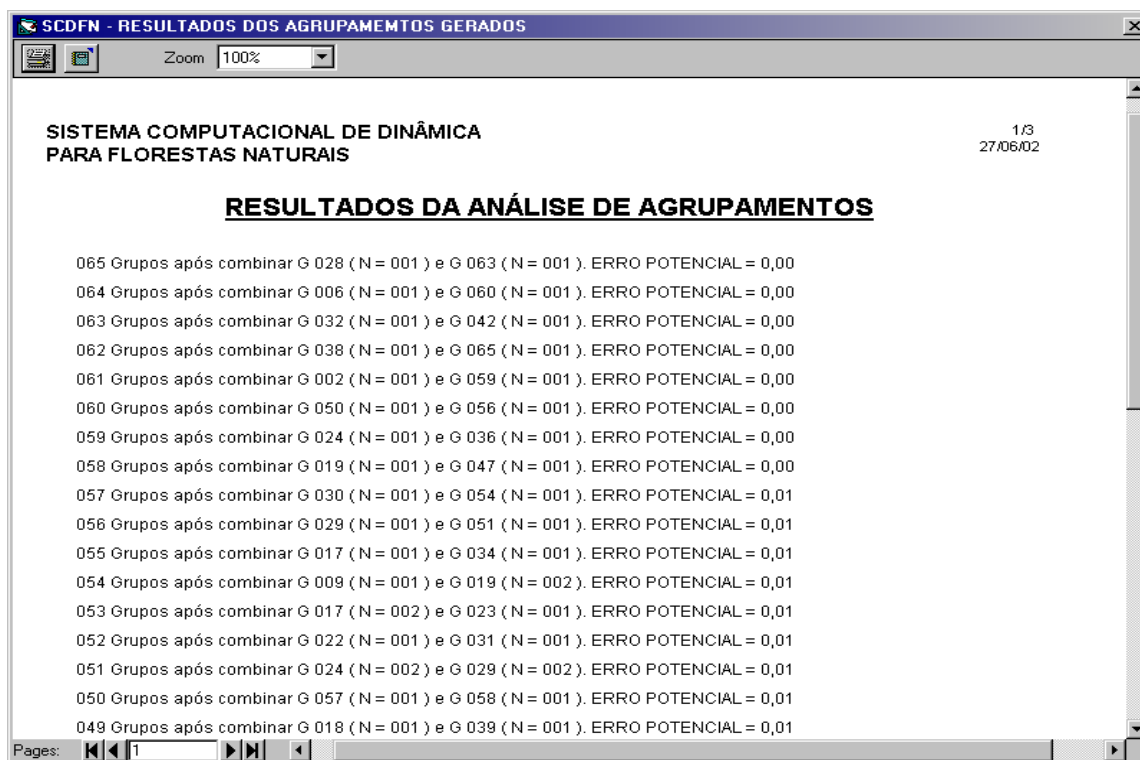


FIGURA 9 - Tela mostrando o resultado do agrupamento das espécies presentes nas quatro parcelas do projeto PELD com base nas estatísticas das parcelas e da dinâmica, para as variáveis normalizadas, no período de 1995 a 2001.

O cálculo das matrizes de transição, feito com base nos resultados das estatísticas da dinâmica das parcelas usadas, contém o número de indivíduos que permaneceu ou mudou de classe diamétrica, o número dos que ingressaram e o número dos que morreram no período considerado. Essas matrizes contém as probabilidades dos indivíduos permanecerem na mesma classe, mudarem de classe, morrerem ou ingressarem e formam a base usada para a obtenção das prognoses ou projeções e são apresentadas como mostra a Figura 10.

O procedimento que calcula a prognose de produção, quando acessada, apresenta a tela da Figura 11. Nessa tela são apresentadas ao usuário as opções disponíveis para o cálculo das projeções. Inicialmente o usuário especifica o número de períodos desejado na prognose, onde um período corresponde ao número de anos que foi usado para a obtenção da matriz de transição. Uma vez determinado o número de períodos a serem projetados o usuário pode escolher entre usar como número de indivíduos ingressos o valor apurado nos cálculos das estatísticas da dinâmica ou especificar um valor total arbitrário.

Para o cálculo da mortalidade o sistema permite que o usuário escolha entre três opções: considerar a mortalidade verificada nos dados das parcelas processadas; especificar um valor total arbitrário; e usar a equação de regressão ajustada para estimar as mortalidades para as respectivas classes de diâmetros.

As prognoses geradas após a execução do módulo podem ser analisadas visualmente na tela, como mostra a Figura 12. Os relatórios gerados contém as projeções do número de árvores por parcelas, o volume do fuste em m^3 por parcela, o peso da biomassa verde de fuste em Mg por parcela e o estoque de carbono no fuste em Mg por parcela. Como essas estimativas são feitas multiplicando-se o número de árvores projetado pelo volume estimado para a classe de diâmetro em questão, as estimativas volumétricas foram calculadas de modo distinto para as araucárias e para as demais espécies folhosas. Uma vez geradas as prognoses, é possível a elaboração dos gráficos dos volumes estimados, como mostra o exemplo na Figura 13.

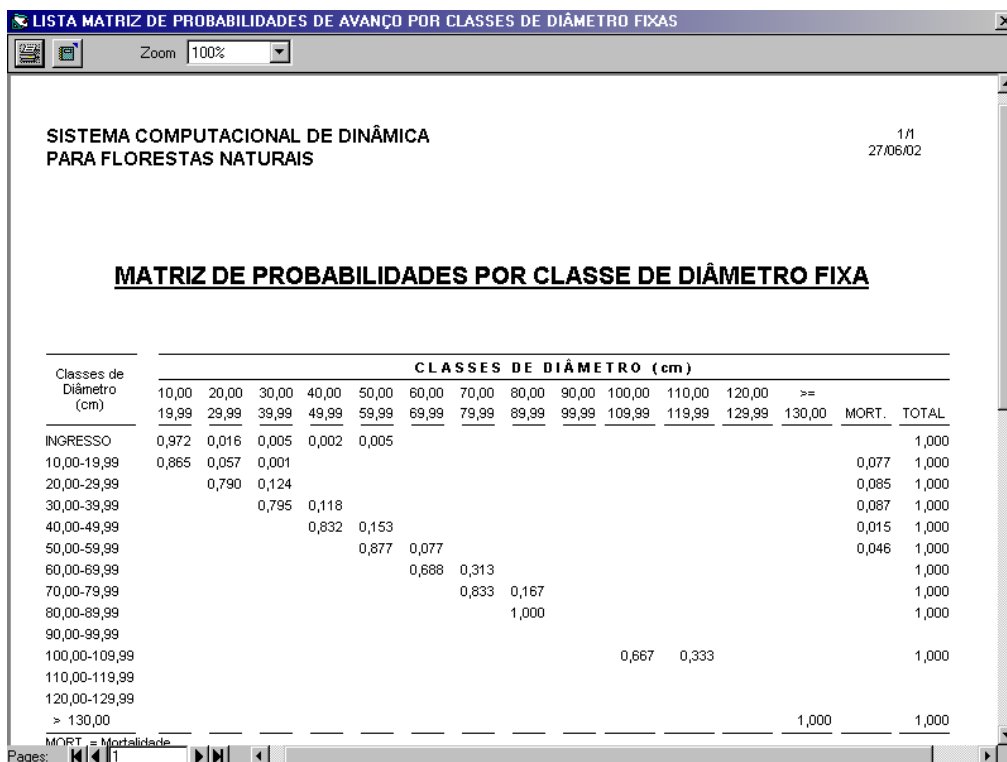


FIGURA 10 - Tela mostrando os resultados obtidos para a matriz de probabilidades para classes de diâmetros fixas, para as quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001.

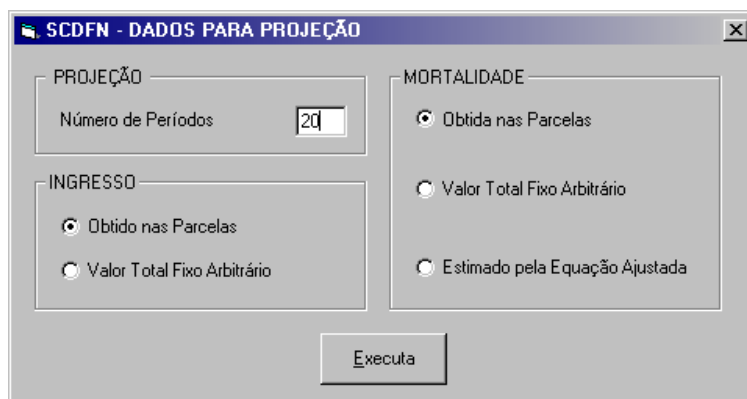


FIGURA 11 - Tela de opções para a realização das projeções.

SCDFN - PROJEÇÕES POR PERÍODOS E CLASSES DE DIÂMETRO FIXAS

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA PARA FLORESTAS NATURAIS

1/2
27/06/02

PROJEÇÕES POR PERÍODOS E CLASSE DE DIÂMETRO FIXA

TEMPO EM PERÍODOS	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL
	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00	110,00	120,00	> =	
	19,99	29,99	39,99	49,99	59,99	69,99	79,99	89,99	99,99	109,99	119,99	129,99	130,00	
001														
Nº Árvores	1769	401	206	138	80	27	20	5		2	1		3	2652
Vol.Fuste m³	106,7	85,4	121,1	174,2	180,1	104,3	99,4	35,3		17,7	4,6		19,5	948,3
Biom. Fuste ton	127,2	88,3	107,2	138,7	134,0	73,1	68,9	23,7		12,0	3,9		15,8	792,9
Estoque C ton	25,3	17,1	20,2	25,8	24,7	13,3	12,7	4,4		2,2	0,8		3,2	149,7
002														
Nº Árvores	1954	425	217	140	93	25	25	8		1	1		3	2893
Vol.Fuste m³	117,8	90,5	127,4	176,9	210,1	95,4	124,8	58,8		11,8	3,1		19,5	1036,2
Biom. Fuste ton	140,5	93,6	112,8	140,9	156,3	66,9	86,5	39,6		8,0	2,6		15,8	863,5
Estoque C ton	28,0	18,2	21,3	26,2	28,8	12,2	15,9	7,3		1,5	0,5		3,2	162,9
003														
Nº Árvores	2114	455	228	143	105	24	29	13		1			3	3115
Vol.Fuste m³	127,5	96,9	134,2	180,8	237,1	93,3	142,4	88,4		7,9	2,1		19,5	1129,9
Biom. Fuste ton	152,0	100,2	118,9	143,9	176,4	65,4	98,7	59,4		5,4	1,7		15,8	937,8
Estoque C ton	30,2	19,4	22,4	26,7	32,5	11,9	18,2	10,9		1,0	0,3		3,2	176,9
004														
Nº Árvores	2253	487	241	147	116	25	31	17		1			3	3322
Vol.Fuste m³	135,9	103,8	141,9	185,7	261,8	95,4	156,2	122,1		5,2	1,4		19,5	1228,9
Biom. Fuste ton	161,9	107,3	125,7	147,8	194,8	66,9	108,3	82,1		3,6	1,1		15,8	1015,4

FIGURA 12 - Tela mostrando os resultados das projeções obtidas com base na matriz de transição obtida nas quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros fixas, no período de 1995 a 2001.

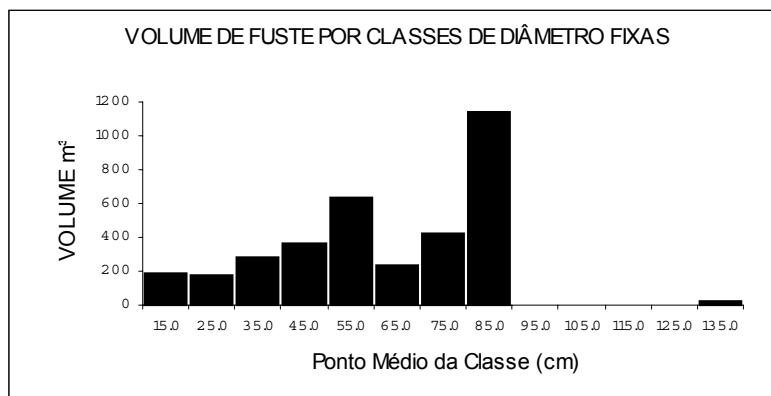


FIGURA 13 - Exemplo de gráfico gerado pelo sistema para o volume de fuste em m³ por parcela, nas quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros fixas, no período de 1995 a 2001.

CONCLUSÕES

Consoante com as idéias e objetivos iniciais, o “Sistema Computacional de Dinâmica para Florestas Naturais” – **SISDIN** - engloba, em si, um gerenciador de banco de dados para observações oriundas de parcelas permanentes de inventários florestais e um modelo de predição de crescimento para florestas naturais, que utiliza o processo de matriz de transição, usando os dados armazenados no banco de dados criado. Como modelo de predição alguns detalhes específicos do crescimento foram sacrificados em favor de maior eficiência e exatidão nas informações fornecidas para o usuário. Apesar de modelos determinísticos não gerarem algumas informações importantes, fornecidas pelos modelos estocásticos, a maior parte das informações necessárias para planejamento e manejo de florestas naturais pode ser obtida de modo eficiente pelo uso desses modelos.

Considerada a natureza determinística do modelo computacional apresentado, o que se espera é que estimativas do crescimento esperado sejam fornecidas e, nesse aspecto, o sistema apresentado atinge os objetivos, ultrapassando-os até quando possibilita a obtenção de estimativas de estoque de carbono no fuste para classes de diâmetros fixas e variáveis. Nos modelos de crescimento disponíveis o estoque de carbono não é contemplado, enquanto que no presente modelo este componente está inserido explicitamente nas predições da dinâmica florestal.

O sistema desenvolvido circunscreveu-se ao processo de prognose por meio do uso de matrizes de transição, muito embora apresente implantadas abordagens inovadoras, como o uso de classes de diâmetros variáveis, que reduz a possibilidade do aparecimento de estados absorventes (Scolforo, 1988), a possibilidade de se alterar o ingresso, a possibilidade de se estimar a mortalidade por meio das equações de regressão ajustadas e a possibilidade de se alterar a mortalidade pelo uso de um valor arbitrário. O conjunto de possibilidades que se abre quando da combinação dessas opções deve ser analisada quanto a sua validade sob o ponto de vista biológico e das implicações que acarretam no modelo de matrizes de transição. No que diz respeito ao processo de matriz de transição deve-se dedicar atenção especial ao problema do acúmulo de árvores nas últimas classes de diâmetro, implementando-se um mecanismo que limite esse número em função de variáveis que possam ser obtidas nos dados existentes. As possibilidades ofertadas também permitem a realização de análises de sensibilidade e de riscos para as variáveis previstas.

Considerada a crescente demanda de informações sobre estimativas dos estoques de carbono armazenado nas diferentes partes do bioma floresta, ênfase deve ser dada para a implementação no sistema de diferentes formas de obtenção e apresentação dos resultados, uma vez que o presente restringiu-se a mostrar o potencial existente, reportando estimativas de peso de biomassa de tronco e estoque de carbono no tronco.

O sistema computadorizado - **SISDIN** - foi a solução tecnológica desenvolvida para representar o sistema aberto floresta natural, pois modela e permite acompanhar o processo de ingresso, crescimento e supressão das árvores que compõem parcelas permanentes, apoiado em um banco de dados relacional normalizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDER, D. **Growth modelling for mixed tropical forests**. Oxford: Tropical Forestry Papers, 1995. 231 p. (n.30).
- BERTALANFFY, L.V. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Editora Vozes, 1975. 351 p.
- CONNELL, J. **Beginning Visual Basic 6 database programming**. Birmingham: Wrox Press, 1998. 861 p.
- DURIGAN, M.E. **Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR**. Curitiba: 1999. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- KOHYAMA, T. Simulating stationary size distribution of trees in rain forest. **Annals of Botany**, London, n. 68, p. 173-180, 1991.
- KOHYAMA, T. Simulation of structural development of warm-temperate rain forest stands. **Annals of Botany**, London, n.63, p. 625-634, 1989.
- PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR.: 1995 a 1998**. Curitiba, 1999. 172 f. Dissertação(Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- RIORDAN, R. **Designing relational database system**. Birmingham: Microsoft Press, 1999. 320 p.
- SANQUETTA, C.R. ; WATZLAWICK, L.F. ; SCHUMACHER, M.V. ; MELLO, A.A. Relações individuais de biomassa e conteúdo de carbono em plantações de *Araucaria angustifolia* e *Pinus Taeda* no sul do estado do Paraná, Brasil. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL,2., 2001, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2001. p. 415-427.
- SANQUETTA, C.R. Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal. **FUPEF: Série Didática**, Curitiba, n.8, 49 p, 1996.
- SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1988, 438 p.
- VANCLAY, J.K. **Modelling forest growth and yield. Applications to mixed tropical forests**. Wallingford: CAB International, 1994. 312 p.
- VANCLAY, J.K. **Techniques for modelling timber yield from indigenous forests with special reference to Queensland**. Oxford: 1983. 194 f. Dissertation (M.Sc. in Forestry) - Oxford University.
- WARD, J.H. Hierarchical grouping to optimize a objective function. **American Statistical Association Journal**, Alexandria, n.58, p. 236-244, 1963.
- WATZLAWICK, L.F. **Análise e estimativa de biomassa e carbono em floresta ombrófila mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite IKONOS II**. Curitiba, 2003. 124 p. Tese Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

IMPLANTAÇÃO E REGULAÇÃO DE POVOAMENTOS MISTOS

MIXED PLANTATIONS INTRODUCTION AND REGULATION

Gabriel de Magalhães Miranda¹ Márcio Lopes da Silva² Carlos A. Álvares Soares Ribeiro²

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo mostrar alguns aspectos relativos ao modelo tradicional utilizado na implantação de povoamentos mistos, bem como a proposta um modelo alternativo de implantação simultânea das culturas que compõem o povoamento misto. Inicialmente mostrou-se o modelo tradicional apresentado por Brum Neto (2001), de implantação e regulação de povoamentos mistos, e sugeriu-se um modelo alternativo de implantação das culturas, visando a ocupação mais rápida da terra. O método de estabelecimento desses povoamentos mistos tem como base a implantação de culturas em seqüência, o que configura uma rotação de culturas, de modo que, ao colher a última cultura da seqüência, implanta-se novamente a primeira, dando início a um novo ciclo. Esses povoamentos aproximam-se um pouco mais das características de uma floresta natural, sem perder características típicas de florestas homogêneas, como a possibilidade de aplicação de tratamentos culturais e a alta produtividade. A proposta apresentada neste trabalho, de implantação simultânea de toda a seqüência de culturas em vários talhões mostrou-se eficiente, pois possibilitou a ocupação mais rápida da área dos povoamentos em questão. Na situação hipotética aqui mostrada, de três culturas, com dois, três e cinco anos, respectivamente, o modelo alternativo apresentou a vantagem de ocupar a terra em um período de tempo mais curto do que o tempo gasto pelo modelo tradicional.

Palavras-chave: Povoamentos mistos; Regulação florestal.

ABSTRACT

This work had as objective to show some aspects related to the traditional model used in mixed plantations introduction, as well as the alternative model to simultaneous introduction of the cultures that composed mixed plantation. At the beginning, Brum Neto (2001) showed a traditional model to introduction and mixed plantations regulation, and an alternative model of cultures introduction was suggested, aiming more quickly the use of land. The method to set these mixed plantation is based in cultures introduction in sequence, which set cultures rotation, whereas, when the last culture in sequences were harvested, a first culture introduce itself again, beginning a new cycle. These plantations approximate a little more of the features of a natural Forest, not losing the typical characteristics of homogeneous forests, becoming possible the application to cultural treatments and high productivity. The proposal presented in this work, simultaneous introduction of all of the cultures sequence in several lands showed itself efficient, because became possible more quickly the use of the plantations area in question. In a supposed situation showed here, out of three cultures, which are two, three and five years, respectively, the alternative model showed an advantage to use the land in a shorter time than the spent time for the traditional model.

Key words: Mixed plantations, forest regulation

INTRODUÇÃO

A forma de utilização dos recursos naturais adotada pelo homem até algum tempo atrás era baseada quase que exclusivamente no extrativismo, situação essa constatada principalmente no que diz respeito aos recursos florestais. A análise dessa forma de utilização, com base nos princípios da economia, leva à conclusão de que isso se deu em virtude de duas características fundamentais, atribuídas a esses recursos. A primeira é a consideração da gratuidade, em que os recursos eram tidos como dotes da natureza e passíveis de uso sem nenhum custo e a segunda, a idéia de que as fontes desses recursos eram inesgotáveis. Tal concepção a respeito da não-exaustão da base de recursos naturais era fruto de duas situações: a dimensão gigantesca das reservas e a tímida intensidade de uso, decorrente da baixa demanda e da falta de tecnologia adequada para o aproveitamento desses recursos (Bellia, 1996).

O aumento da população a taxas cada vez maiores ocorridos nas últimas décadas, elevando a demanda de produtos, juntamente com o desenvolvimento tecnológico, o que possibilitou o incremento da eficiência na exploração e beneficiamento dos recursos naturais, acelerou, de forma vertiginosa, a taxa de utilização desses recursos. Assim, caiu por terra, em poucos anos, a teoria da impossibilidade de exaustão da base de recursos da natureza.

¹ Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal da Unicentro;

² Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal da UFV.

No caso do setor florestal, o que se viu, e ainda se vê em muitas situações, é uma utilização desordenada dos recursos, principalmente no que diz respeito àqueles provenientes das florestas nativas, em que extensas áreas foram e são devastadas, cedendo lugar a culturas agrícolas ou pastagens. No passado, o uso de muitas dessas áreas foi feita sem nenhuma preocupação com a manutenção da floresta e a perpetuação dos benefícios por ela proporcionados. Porém, nas últimas décadas, a redução da base florestal e a ameaça de exaustão dessa importante fonte de recursos despertaram várias correntes favoráveis à adoção de novos modelos de utilização racional dos recursos naturais. Com isso, começaram a surgir propostas de técnicas de manejo de florestas que pudessem conciliar a utilização econômica com a conservação dos recursos.

Outro evento importante ocorrido no setor foi a percepção da incapacidade de suprimento de uma demanda cada vez maior, com produtos oriundos exclusivamente de florestas nativas. Tal constatação, associada à descoberta do potencial produtivo dos plantios florestais, principalmente de espécies exóticas, começou a escrever um novo capítulo da história do setor florestal. Essa nova linha de atuação, com base no plantio de maciços florestais, possibilitou a preservação de muitos dos remanescentes de matas nativas ainda existentes.

As grandes vantagens dos plantios florestais, em relação às reservas de florestas nativas, são a maior homogeneidade do produto, a rapidez de crescimento das espécies geralmente utilizadas, o estoque de conhecimento adquirido ao longo de décadas a respeito das várias espécies passíveis de uso e economicamente viáveis e a facilidade de condução desses plantios, que apresentam todas as características de uma monocultura e, por isso, podem ser tratados como tal. Um dos problemas levantados sobre os plantios florestais, principalmente quando estes vêm em substituição às florestas nativas, é a diminuição da diversidade biológica local.

Apesar de todas as vantagens dos plantios florestais e dos recursos investidos nessa atividade, estes investimentos não estão conseguindo acompanhar o crescimento da demanda, evidenciando-se um viés entre essas duas tendências. Essa incompatibilidade ocorrida entre o aumento da demanda por produtos florestais, principalmente madeira, e os investimentos para o incremento da produção industrial coloca o setor florestal, perante a ameaça de escassez de produtos, dentro de um horizonte de tempo relativamente curto.

Diante dessa situação, nota-se uma preocupação dos técnicos do setor com a sustentabilidade do uso dos recursos florestais. Com isso, ao longo do tempo têm sido propostas técnicas com o objetivo principal de promover o uso racional e a perpetuação da base de recursos florestais existentes, para que as gerações futuras possam usufruir, com certa dose de segurança, dos seus benefícios. Um exemplo dessas técnicas são os métodos de regulação florestal.

A perda da biodiversidade causada pelos desmatamentos e pela implantação de povoamentos homogêneos, associada à necessidade de manutenção dessa biodiversidade e ao suprimento de forma sustentável da demanda crescente por vários produtos florestais, vem norteando vários estudos, cujo principal objetivo é encontrar o equilíbrio entre o uso e a conservação dos recursos florestais, criando, assim, um novo debate dentro do manejo florestal. Com base nessa linha de pensamento, o que já vem sendo proposto por alguns autores é o aumento da biodiversidade, associada ao uso múltiplo das florestas, por meio da estruturação de povoamentos mistos. Estes têm como base a implantação de talhões homogêneos, mas distintos entre si, ou seja, dentro de um talhão é implantada uma única espécie. A variação em termos de espécies e idades ocorre entre talhões (Brum Neto, 2001). Dessa forma, tem-se uma maior variedade de espécies na área total, embora cada talhão se apresente como um povoamento homogêneo.

A estruturação de povoamentos mistos, com base em talhões homogêneos, pode apresentar vantagens técnicas e econômicas, sociais e ambientais devido à facilidade de implementação das técnicas de manejo a elas prescritas; às melhores condições de mecanização; à melhor padronização do produto final; à maior diversidade de espécies no local; e ao fato de usar espécies com rotações diferentes e promover um fluxo regular de produção e utilização constante de mão-de-obra.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi mostrar modelos para promover a regulação florestal, com base em povoamentos mistos, sendo o modelo tradicional que adota a implantação de um único talhão a cada período até à ocupação da área e, o modelo proposto de implantação simultânea de todas as culturas da sequência em um número de talhões correspondente, como uma forma de ocupação mais rápida da terra.

REVISÃO DE LITERATURA

Regulação florestal

A regulação da produção florestal é uma das atividades mais difíceis que o manejador florestal enfrenta no seu dia-a-dia, devido à sua enorme complexidade de execução e ao grande número de variáveis envolvidas no processo. A regulação de uma floresta consiste em converter uma estrutura de classes de idade existente de tal forma que, no final do período de transição, as classes de idades estejam em uma progressão aritmética, em que a razão é o intervalo entre colheitas, obtendo-se idades variando de um ano até a idade de rotação (Rodrigues, 1997).

Uma floresta regulada é aquela em que o volume de produção, o tamanho da área colhida e a qualidade do produto são iguais em cada ano ou período (Leuschner, 1984).

Um dos fatores mais importantes no processo de regulação florestal é a determinação da rotação ótima. A escolha da rotação é feita de acordo com os objetivos do manejador, sua situação financeira e as condições do mercado (Rodrigues, 1997). Este mesmo autor afirmou que, para alcançar a regulação, o manejador deverá adotar fielmente a

estrutura de corte estabelecida pela solução ótima. Considerando que há necessidade de um período de transição para alcançá-la, nesse tempo nenhuma mudança em qualquer variável do planejamento que afete a solução ótima poderá ser considerada. Tal pressuposição apresenta o inconveniente de que, no processo de tomada de decisão, não estão envolvidas apenas variáveis de caráter técnico, mas também econômico, as quais sofrem constantes mudanças, o que provoca freqüentes mudanças de cenário ao longo do período de planejamento.

Rotação florestal

Uma floresta produz madeira, bem como outros produtos, em diferentes quantidades ao longo de sua vida. Em se tratando de florestas, o período de produção é particularmente longo, e o tempo representa um fator desta (Nautiyal, 1988). Qualquer que seja o tempo de existência de um povoamento florestal, que se inicia no momento de seu estabelecimento e termina no final da colheita, é referido como rotação (Clutter et al., 1983). O termo rotação na área florestal serve para designar a idade na qual povoamentos de mesma idade são planejados para serem colhidos.

A rotação florestal mais comumente adotada é a de máxima produtividade, ou a rotação de máxima produção sustentável, as quais são obtidas quando o Incremento Médio Anual (IMA) é igual ao Incremento Corrente Anual (ICA). Essa rotação, que equivale ao máximo IMA, tem sido popularmente utilizada, devido à sua simplicidade de determinação e à aparentemente lógica afirmação do que resulta na produção de máximo volume médio por ano (Nautiyal, 1988). Uma empresa florestal pode empregar as melhores técnicas de manejo, como plantio adequado, a espécie e o espaçamento ideais, as técnicas de proteção, e mesmo assim não alcançar os resultados econômicos potenciais caso o corte final e, ou, intermediário não seja realizado no momento adequado (Rodrigues, 1997).

Sustentabilidade

A regulação florestal é uma das ferramentas que auxiliam a busca da sustentabilidade, pois tem como objetivo o uso de estratégias que visam à utilização otimizada dos recursos florestais, ou seja, retirar o máximo de benefícios desses recursos, porém de maneira racional, a fim de obter um fluxo contínuo de produção sem comprometer o suprimento das futuras gerações.

Uma produção florestal sustentável pode ser definida como o suprimento regular e contínuo da demanda de bens e serviços, dentro da capacidade da floresta, sem comprometer a capacidade e aptidão da área (Matthews, 1996).

Vários autores (Odum, 1971; Pearce, 1989; Gow, 1991) definiram sustentabilidade abordando diferentes fatores. Fazendo-se a junção destes, a sustentabilidade poderia ser definida, de maneira bastante objetiva, como sendo um modelo de desenvolvimento que contempla, de forma integrada, o crescimento econômico através da produção de bens e serviços, garantindo ao homem qualidade de vida e conservando a base de recursos ambientais para a utilização pelas gerações futuras.

Em sociedades industriais modernas, há uma idéia da necessidade de reconhecimento público de que florestas e árvores podem ser manejadas para produção sustentável, ou de que florestas são fontes de madeira, papel, produtos químicos e muitos outros usados na vida diária (Matthews, 1996).

Povoamentos mistos

Um dos caminhos para o aumento da diversidade biológica, quando se trabalha com plantios homogêneos, é tentar criar uma paisagem diversificada a partir de povoamentos estruturados com talhões homogêneos, distintos entre si, formando-se mosaicos de vegetação e empregando técnicas silviculturais semelhantes àquelas aplicadas aos povoamentos puros.

Dentro dessa concepção, os povoamentos mistos implantados com blocos ou talhões homogêneos buscam a conciliação entre uma condição mais próxima da complexidade da floresta natural, em termos de diversidade, e a alta capacidade produtiva dos plantios homogêneos. Assim, tem-se uma floresta com maior diversidade de espécies, mas de alta produtividade e manejada a um menor custo, como acontece na floresta equiânea.

Ribeiro et al. (1996) e Ribeiro & Couto (1997) desenvolveram metodologias que se alinham com essa corrente para nortear a revegetação de áreas degradadas com florestas de produção, estruturalmente complexas, onde o processo de reocupação do solo se dá de forma gradual, sob a forma de talhões. O resultado desse sistema é uma estrutura diversa e complexa, tanto em termos de espécies quanto de idades dos talhões. Dentre as principais características dessa proposta, citam-se a sustentabilidade de uma produção diversificada e a rotação espacial das espécies e de uso do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia aqui proposta é a apresentação do modelo tradicional de implantação de povoamentos e uma adaptação desse modelo tradicional, como uma alternativa para o processo de regulação florestal de povoamentos mistos, com o uso de uma estratégia de cunho temporal e espacial, adotada na implantação das culturas, com o intuito de otimizar o processo de ocupação da terra.

Estratégia espacial e temporal de ocupação da terra

Modelo tradicional

O que se chamou aqui de modelo tradicional é o modelo de regulação da produção, em que a ocupação da terra é feita de forma gradual, seguindo-se os preceitos do controle por área, sendo a área total dividida em um número de compartimentos igual ao da rotação da espécie utilizada, e a cada ano é implantado um novo talhão.

A proposta do modelo tradicional é uma estratégia de regulação da produção florestal de povoamentos mistos, pela qual a ocupação da terra é feita de forma gradual, realizando-se a implantação de uma seqüência de culturas distintas e obedecendo a uma mesma ordem em todos os talhões, ou seja, no primeiro período é implantada no primeiro talhão uma cultura “a” qualquer, que será substituída por uma cultura “b”, e assim por diante até completar a seqüência. A cada novo período, um novo talhão é implantado com a cultura inicial “a” até que toda a área seja ocupada. Nesse modelo, conforme proposto no trabalho de Brum Neto (2001), a seqüência de culturas foi constituída pelas espécies a, b e c, com rotações de um, dois e quatro anos, respectivamente. A forma de como se dá a ocupação da terra nesse modelo é mostrada na Figura 1.

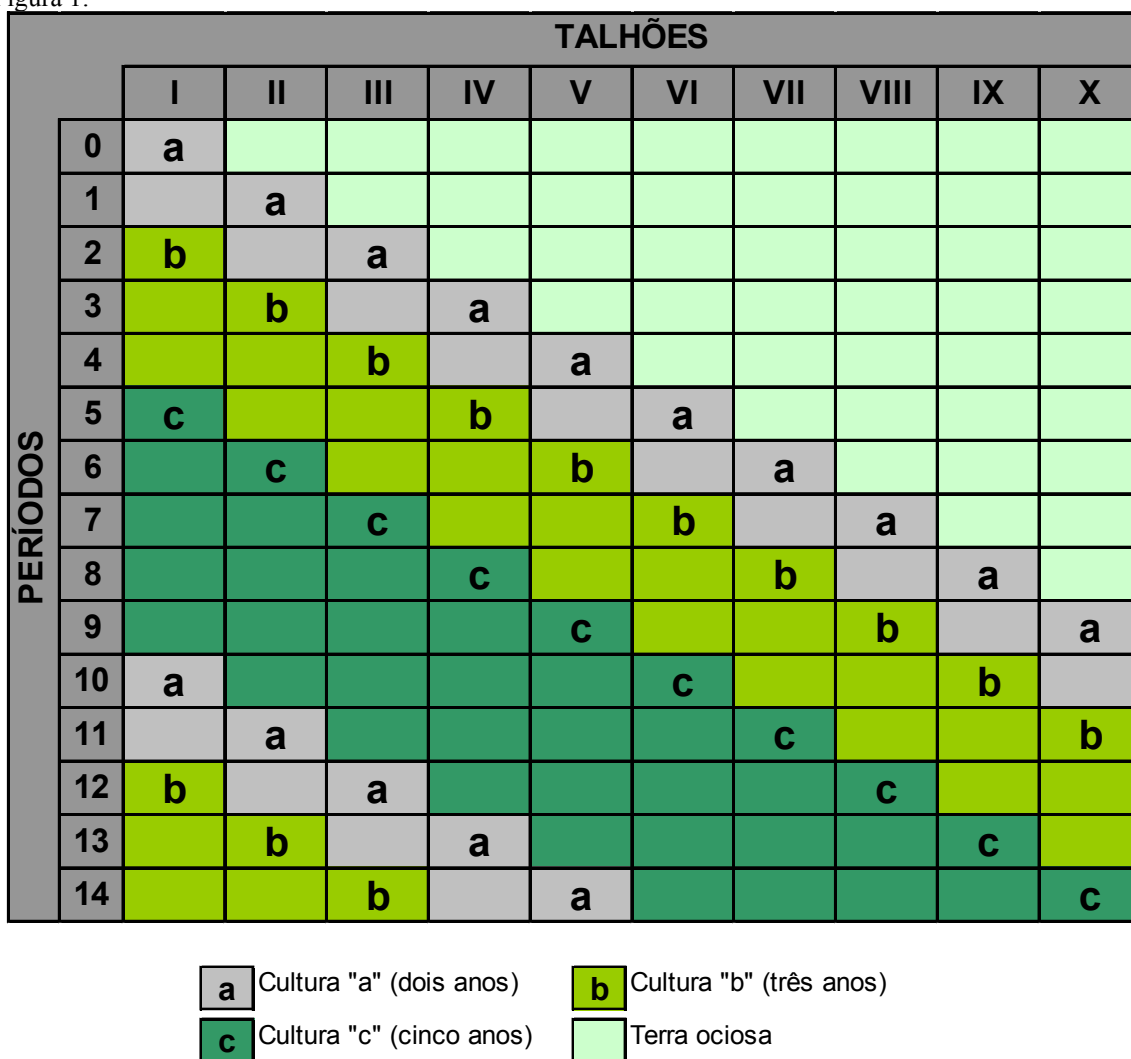


FIGURA 1 – Modelo tradicional de ocupação da terra pela seqüência de culturas, proposto na metodologia de Brum Neto (2001).

Esse modelo parte do pressuposto da terra nua e do uso de três culturas (a, b e c), podendo estas ser de uma mesma espécie florestal manejada para diferentes usos, com rotações distintas, ou espécies florestais distintas, ou, ainda, espécies florestais alternadas com culturas agrícolas. É considerado um ciclo completo o tempo total necessário para se ter em um talhão uma rotação de cada uma das culturas da seqüência, que nesse caso são 10 anos.

A seqüência de culturas é seguida sem alteração da ordem de implantação, e em cada período um novo talhão ocioso é implantado com a cultura inicial da seqüência, seguindo-se esse procedimento até que toda a área seja ocupada.

Modelo alternativo

O modelo alternativo de ocupação da terra, proposto neste trabalho, segue a linha proposta pelo modelo tradicional, com a diferença de que, em vez de fazer a implantação de um único talhão em cada período, sempre iniciando com a primeira cultura da seqüência, faz-se a implantação simultânea de todas as culturas da seqüência, em tantos talhões distintos quanto forem as culturas a serem implantadas.

Para exemplificar a forma de como ocorre a ocupação da terra e de como se dá a regulação, consideraram-se as mesmas culturas usadas no modelo tradicional mostrado anteriormente, com as três culturas a, b e c, porém com rotações de dois, três e cinco anos, respectivamente. Com isso, obteve-se um ciclo de 10 anos, que é o somatório das rotações das três culturas.

Por essa nova proposta, na implantação feita no momento zero do horizonte de planejamento se utilizaram as culturas “a” no talhão I, “b” no talhão II e “c” no talhão III. Nos períodos seguintes, o processo foi repetido em outros blocos de talhões ociosos. A forma como ocorreu a ocupação da terra pode ser mais bem visualizada na Figura 2.

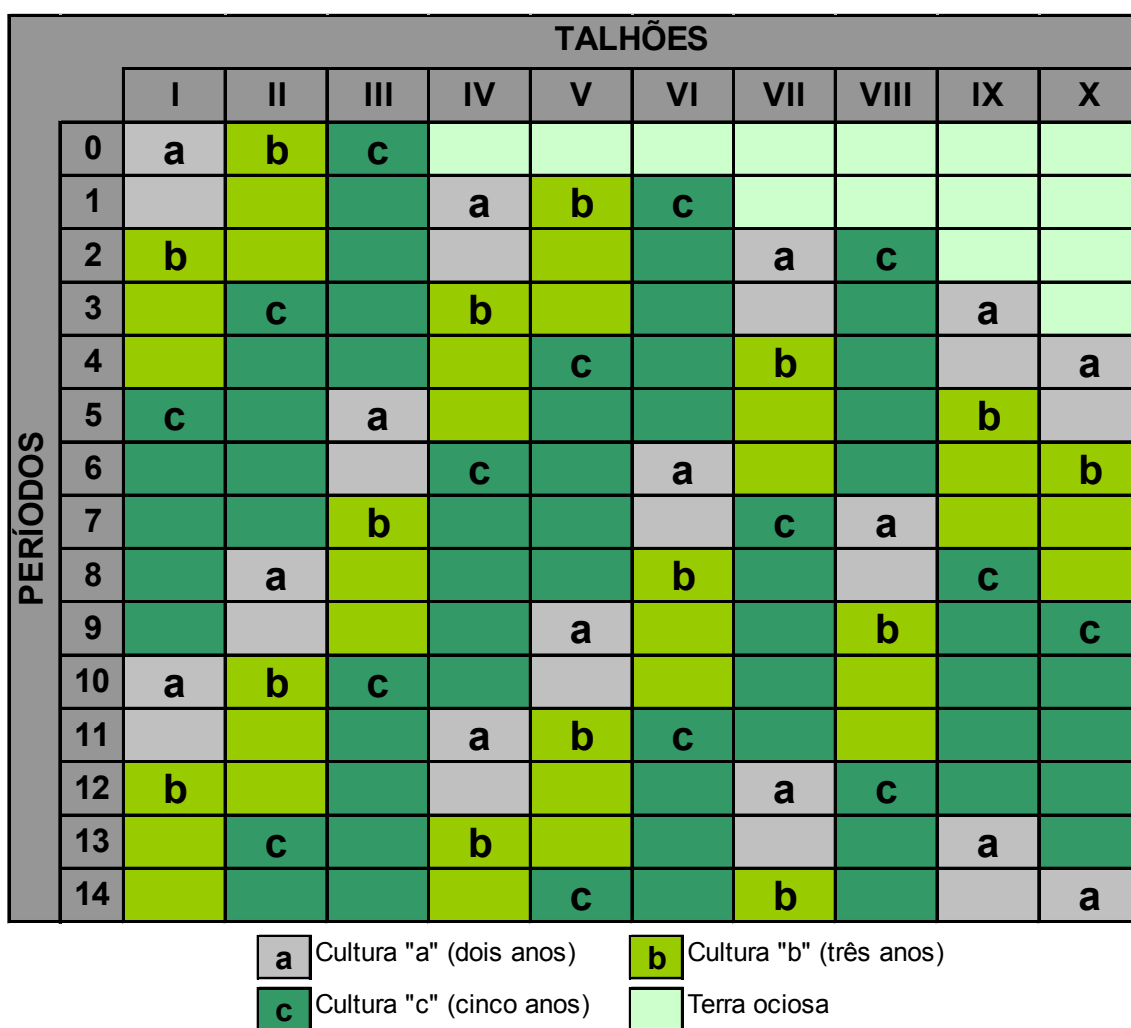


FIGURA 2 – Modelo alternativo de ocupação da terra prevendo a implantação simultânea de todas a culturas da seqüência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Regulação florestal

Em uma situação mais comumente utilizada, em que esteja sendo usada uma única espécie, a regulação florestal é considerada como atingida quando já esteja sendo cortado e renovado um compartimento de mesma área, em cada período. Pela proposta de povoamentos mistos, pelo fato de serem usadas espécies distintas, implantadas em seqüência, a regulação é considerada como atingida no período em que esses povoamentos já estejam sendo colhidos e esteja implantado um talhão de cada cultura.

Modelo tradicional

Na simulação proposta no modelo tradicional, pelo fato de ser prescrita a implantação de um único talhão em cada período, a regulação foi atingida 10 períodos após o início do processo, o que coincidiu exatamente com o número de talhões do projeto e com o tempo necessário para a ocorrência de um ciclo completo das culturas. Essa situação é representada na Figura 3.

A igualdade do número de talhões com o número de períodos do ciclo de culturas, neste modelo, é necessária para garantir tanto a regulação da área quanto a regularidade do fluxo de produção.

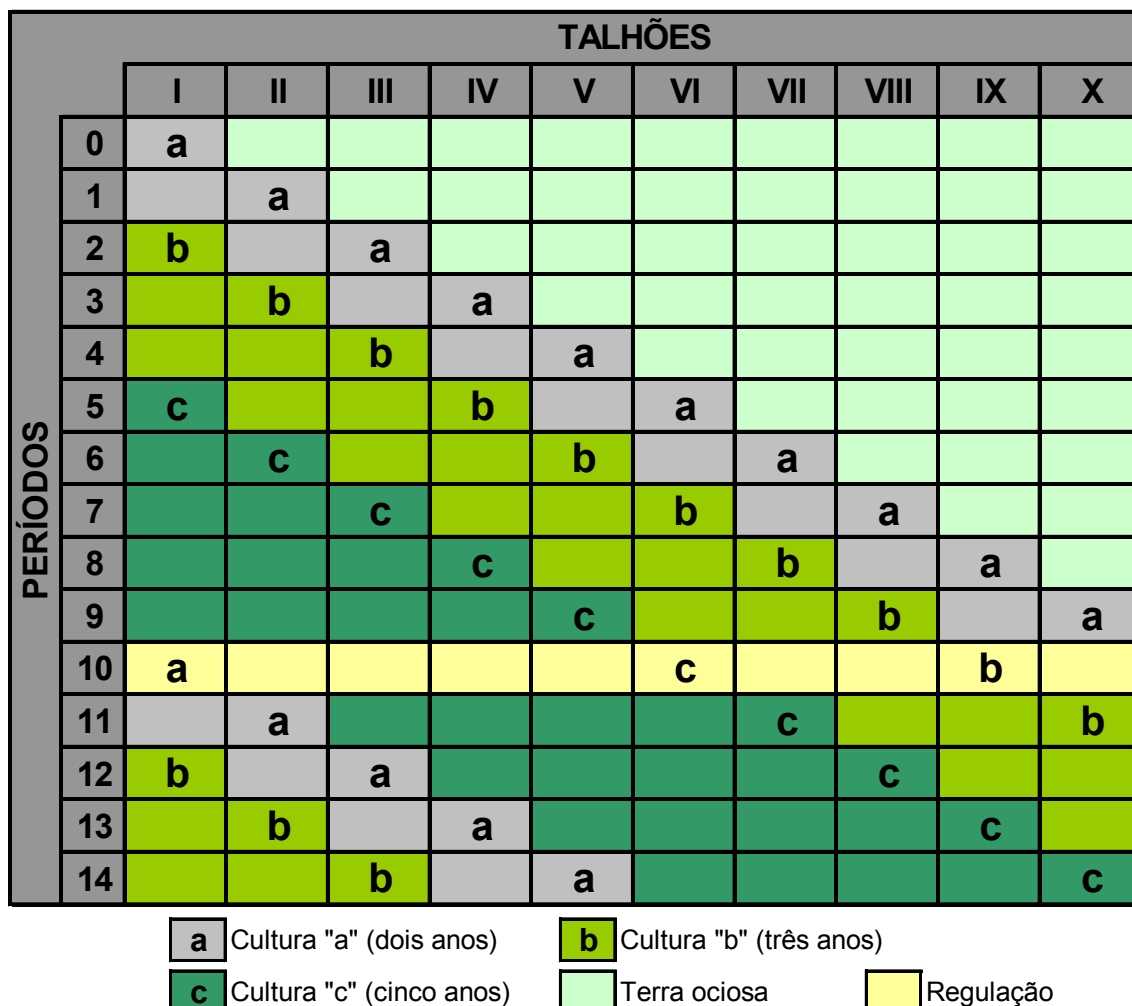


FIGURA 3 – Modelo de ocupação da terra pela seqüência de culturas, proposto no modelo tradicional, assinalando os talhões ociosos e a ocorrência da regulação da produção.

Pelo modelo tradicional, além da demora para se conseguir a regulação da produção, observou-se que parte da área disponível para as culturas permaneceu ociosa por longos períodos de tempo, o que acaba onerando a produção devido ao custo de oportunidade da terra, referente a essas áreas que não foram utilizadas nos primeiros períodos. Pôde-se observar que os últimos talhões implantados, a exemplo do talhão X, ficaram nove anos ociosos, ou seja, nessa forma de ocupação da terra levou-se muito tempo para ocupar a área com uma cultura da seqüência regulatória. Isso faz com que o referido modelo seja alvo de muitas críticas.

Para se ter uma idéia da dimensão da redução do custo da terra, referente aos talhões ociosos, pode-se fazer uma comparação entre os dois modelos e, para isso, convencionar como a unidade a ser comparada um talhão ocioso por uma unidade de tempo. Partindo-se desse raciocínio e observando as Figuras 1 e 2, é possível identificar, no modelo tradicional (Figura 1), 45 unidades ociosas, enquanto no novo modelo proposto, apenas 14 unidades (Figura 2). Essas duas situações evidenciam que, pelo modelo tradicional, até que ocorra a ocupação total da área tem-se aproximadamente três vezes o custo da terra com talhões ociosos, em comparação com o custo observado no novo modelo.

Modelo alternativo

A proposta apresentada adotou uma forma diferente de ocupação da terra, prevendo a implantação simultânea de uma seqüência completa de culturas em talhões distintos, conforme descrito anteriormente na metodologia. Por este modelo, a ocupação da área ocorreu de forma mais rápida. Tal ocupação mais acelerada e de forma planejada promoveu a regulação da produção em um período de tempo bastante inferior àquele observado no modelo tradicional.

No novo modelo, em consonância com o verificado no modelo tradicional, para que haja um fluxo regular da produção é necessário que o número de talhões seja igual ao número de períodos de um ciclo completo das culturas.

No que diz respeito à regulação da produção, em consequência da forma de ocupação da área, ela ocorreu mais cedo, mas mesmo assim após a ocupação de todos os talhões. Uma das vantagens deste modelo é que, enquanto no modelo tradicional foi preciso um número de períodos igual ao comprimento de um ciclo completo das culturas para que ocorresse a regulação, aqui ela ocorreu em um número de períodos igual à rotação mais longa do que aquelas observadas entre as culturas da seqüência. Tais constatações são verificadas na Figura 4.

Pelo modelo tradicional, conforme mencionado anteriormente, para que a regulação ocorra completamente é necessário que o número de talhões seja igual ao número de períodos necessários para a ocorrência de um ciclo completo de culturas. Com um número de talhões inferior a esse, a ocupação da área se dá antes da ocorrência do ciclo, não dando condições de haver a regulação. Em outra situação, se for maior, haverá a repetição de culturas em um mesmo talhão antes de ocorrer a ocupação total da área, promovendo-se, assim, um desbalanceamento entre o número de talhões estabelecidos com cada uma das culturas. Em ambas as situações, a floresta não poderia ser considerada como regulada.

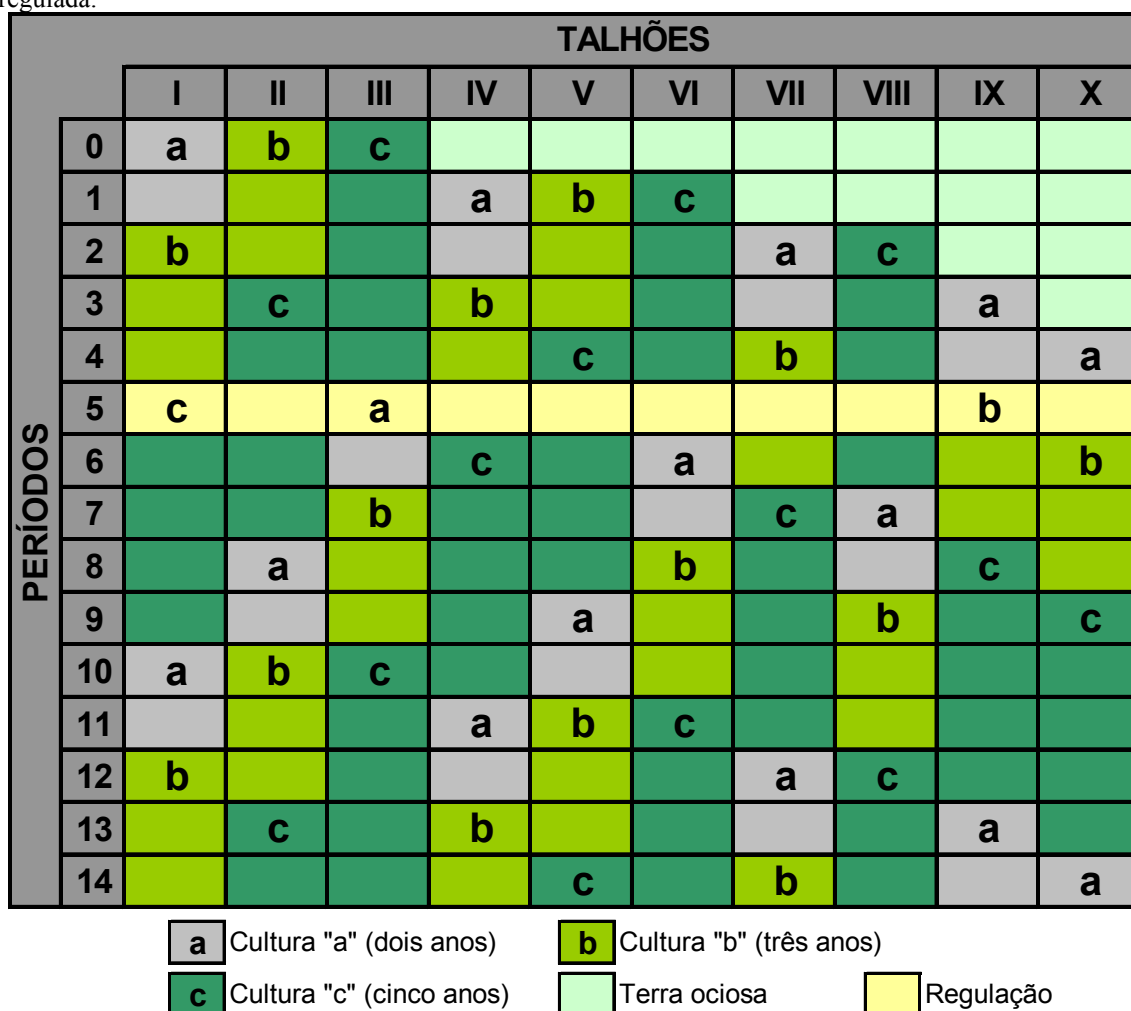


FIGURA 4 – Modelo alternativo de ocupação da terra prevendo a implantação simultânea de todas as culturas da seqüência e assinalando os talhões ociosos e a ocorrência da regulação da produção.

O modelo alternativo de ocupação da terra, apesar de prescrever a implantação simultânea de todas as culturas da seqüência em tantos talhões distintos quantas forem as culturas utilizadas, prevê a manutenção da seqüência “a→b→c” das culturas prescritas no modelo tradicional, apresentando, logicamente, uma variação na ordem inicial de implantação das culturas em alguns talhões. Por isso, na fase inicial do projeto são observados talhões que, pelo modelo tradicional, ficariam ociosos, sendo implantados com a cultura “a”, outros com a “b” ou, ainda, com a “c”. Assim, é

possível identificar blocos de talhões iniciados com as culturas em ordens diferentes. Analisando a Figura 5, pode-se verificar que os talhões I, IV, VII, IX e X são implantados na ordem “a → b → c”, proposta no modelo tradicional. Nos talhões II e V, a ordem de implantação é “b → c → a” e nos talhões III, VI e VIII, “c → a → b”.

Com base na Figura 4 e no exemplo utilizado, pode-se afirmar que o número de talhões implantados em determinada ordem é exatamente igual ao de rotação da última espécie dessa mesma ordem. Essas ordens de implantação são variações da ordem original “a → b → c”, em que existiu apenas uma permuta das culturas, sem que houvesse alteração da seqüência.

Um ponto que deve ser ressaltado neste modelo é que, se forem usadas culturas com rotações menores que o prazo necessário para ocupar toda a área, como é o caso aqui exemplificado, antes que ocorra a ocupação de toda a área deverá ser dada continuação à seqüência de culturas nos primeiros talhões implantados. Isso faz com que após alguns períodos apenas algumas culturas da seqüência sejam implantadas em talhões ainda ociosos. No presente modelo de três culturas, em que a cultura inicial “a” tem rotação de dois anos, tal fato é observado a partir do período 2, quando o talhão I já estará recebendo a cultura “b” (segunda da seqüência) e apenas as culturas “a” e “c” estarão sendo implantadas nos talhões VII e VIII, ainda ociosos.

CONCLUSÕES

A análise feita durante a realização deste trabalho possibilitou as seguintes conclusões:

- A forma de ocupação da terra aqui proposta mostrou-se eficiente, no que diz respeito ao tempo necessário para sua ocupação, pois gastou a metade daquele gasto despendido pelo modelo tradicional.
- O modelo proposto mostrou-se eficiente também no que diz respeito ao processo de regulação, pois esta ocorreu na metade do tempo previsto pelo modelo tradicional.
- A vantagem que o modelo alternativo apresenta em relação ao tradicional é o fato de prever a implantação de todas as culturas em um mesmo período, o que incorre em um custo inicial mais elevado.
- O que foi chamado aqui de ociosidade refere-se à ausência de uma cultura no processo de regulação. Nada impede que nesse espaço de tempo o proprietário utilize essas áreas em outras atividades.
- Deve ser ressaltado que deixar a terra ociosa é uma das alternativas e não a única.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLIA, V. **Introdução à economia do meio ambiente**. Brasília: IBAMA, 1996. 262 p.
- BRUM NETO, M. S. **Análise econômica do manejo sustentável de reflorestamentos mistos**. Viçosa, MG: UFV, DGU, 2001. 30 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CLUTTER, J. L.; FORSTON, J. C.; PIENAAR, L. V.; BRISTER, G. H.; BAILEY, R. L. **Timber management: a quantitative approach**. Flórida: Krieger Publishing Company, 1983. 333 p.
- GOW, D. D. Aspectos sociales de la ordenación forestal para el desarrollo sostenible, **Unasyuva**, v. 169, n. 43, p. 41-45, 1991.
- LEUSCHNER, W. A. **Introduction to forest resource management**. New York: John Willey & Sons, 1984. 298 p.
- MATTHEWS, J. C. **Silvicultural systems**. New York: Oxford University Press, 1996. 284 p.
- NAUTIYAL, J. C. **Forest economics: principles and applications**. Toronto: Canadian Scholars' Press Inc., 1988. 581 p.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 434 p.
- PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. **Economics de natural resouces and the enviromental**. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1989. 574 p.
- RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; BRITES, R. S. Designing regulated mixed spices reforestation projects. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TROPICAL FORESTRY IN THE 21ST CENTURY, Bio-Refor, 1996. Proceedings... Bangkok, Tailândia: [s. n.], 1996. p. 99-102.
- RIBEIRO, C.A.A.S.; COUTO, L. Rebuilding degraded ecosystems: a sustainable community forestry approach. In: ATHENS INTERNATIONAL CONFERENCE – URBAN, REGIONAL, ENVIRONMENTAL PLANNING AND INFORMATICS TO PLANNING IN NA ERA OF TRANSITION, 1997, Atenas. Proceedings... Atenas: [s. n.], 1997. p. 676-681.
- RODRIGUES, F. L. **Regulação de florestas eqüiâneas utilizando programação linear**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1997. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E CARBONO ORGÂNICO EM POVOAMENTO DE *Pinus taeda* L. NO SUL DO ESTADO DO PARANÁ - BRASIL

BIOMASS AND ORGANIC CARBON QUANTIFICATION IN *Pinus taeda* L. STAND SOUTHERN PARANÁ STATE - BRASIL

Luciano Farinha Watzlawick¹ Marcos Vinicius Winckler Caldeira² Carlos Roberto Sanquetta³

RESUMO

A quantificação de biomassa e carbono orgânico foi realizado em povoamentos com *Pinus taeda* com 32 anos de idade, plantados nas Indústrias Pedro N. Pizzatto Ltda., município de General Carneiro – PR. Para quantificar a biomassa da vegetação arbórea, biomassa da vegetação arbustiva (sub-bosque), biomassa morta (serapilheira acumulada) e biomassa subterrânea (raízes) foram realizadas diferentes amostragens (unidades amostrais de tamanho diferenciado). A produção média de biomassa arbórea foi de 180,63 Mg ha⁻¹ (número de árvores média por hectare = 421), sendo que a produção média de biomassa de galhos vivos (25,71 Mg ha⁻¹) e de casca (22,29 Mg ha⁻¹) foi semelhante. O Acúmulo médio de carbono orgânico na biomassa arbórea foi de 75,57 Mg ha⁻¹, deste total, os maiores acúmulos seguem a seguinte ordem decrescente: madeira do fuste > galhos vivos > casca > acículas > galhos mortos. No que se refere a produção média de biomassa da vegetação arbustiva, serapilheira acumulada e raiz foi de 3,38; 18,14 e 22,16 Mg ha⁻¹, respectivamente e o acúmulo médio de carbono orgânico na vegetação arbustiva, serapilheira acumulada e raiz foi de 1,70; 7,24 e 9,73 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: *Pinus taeda*, biomassa, serapilheira acumulada, carbono orgânico

ABSTRACT

The biomass and organic carbon quantification was accomplished in *Pinus taeda* plantation, whose age is 32 years old, planted in the Pedro N. Peseta's industries inc., municipality of General Carneiro – pr. Different samplings were accomplished (differentiated size of sample unity), in order to quantification the arboreal vegetation biomass, abusive vegetation biomass (sub wood), dead biomass (accumulated litter) and underground biomass (roots). The arboreal biomass medium production was 180,63 mg há⁻¹ (trees average number by hectare = 421), being similar the biomass average production of alive branches (25,71 mg ha⁻¹) and bark (22,29 mg ha⁻¹). The medium accumulation of organic carbon in arboreal biomass was 75,57 mg ha⁻¹. the most accumulations follow the following decreasing order: wood > alive branches > bark > acicular > deaden branches. As regarding the biomass average production of arbustive vegetation, accumulated litter and root was 3,38; 18,14 and 22,16 mg ha⁻¹, respectively and the medium accumulation of organic carbon in arbustive vegetation, accumulated litter and root was 1,70; 7,24 and 9,73 mg ha⁻¹, respectively.

Key words: *Pinus taeda*, biomass, litter, organic carbon

INTRODUÇÃO

O interesse em relação ao “seqüestro de carbono” em florestas plantadas tem crescido, em razão de sua elevada taxa de crescimento e grande capacidade de fixar o dióxido de carbono da atmosfera. Já em florestas naturais, o interesse existe, mas não é tão acentuado devido as mesmas não serem contempladas pelo Protocolo de Quioto.

Na biomassa da floresta, os compostos de carbono constituem grande parte, sendo necessário desenvolver estudos quanto a métodos de quantificação, nos diversos componentes da planta, possibilitando assim entender melhor o “seqüestro” e o “armazenamento” de carbono da atmosfera pelas florestas.

Os estudos de quantificação de biomassa são trabalhosos, demorados e muito onerosos, podendo os mesmos ser realizados através de métodos diretos e indiretos. Pelo método direto, as árvores são cortadas e seus componentes separados e pesados, e pelo método indireto são utilizadas equações alométricas ou através de imagens de satélite para realizar as estimativas.

¹ Dr. Profº Adjunto Departamento de Eng. Ambiental da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, BR 153, Km 7, Bairro Riozinho, Irati-PR, 84.500-000. E-mail:farinha@irati.unicentro.br

² Dr. Profº do Departamento de Eng. Florestal/Centro de Ciências Tecnológicas/FURB – Universidade Regional de Blumenau. Rua Araçatuba, 83 – Campus II – Itoupava Seca - 89030-080, Blumenau/SC. E-mail:caldeira@furb.br

³ Dr. Profº Adjunto do Departamento de Ciências Florestais. UFPR Campus III – Jardim Botânico. Rua Lothário Meissner, 3400. Curitiba – PR, CEP 80.210-170. E-mail:sanquetta@floresta.ufpr.br

O *Pinus taeda* é uma das principais espécies plantadas no estado do Paraná, o qual vêm suprindo as indústrias de base florestal com matéria-prima, tornando-se assim uma espécie importante para o setor industrial madeireiro. A quantificação da biomassa arbórea e do carbono orgânico arbóreo na mesma torna-se importante em função de seu rápido crescimento, conseqüentemente fixando assim maior quantidade de carbono orgânico, em menor tempo.

Para Watzlawick et al. (2004), deve-se intensificar a pesquisa relacionada ao armazenamento de carbono em ecossistemas florestais, não somente no que tange a fixação propriamente dita, mas também no que tange a substituição de energias provenientes de combustíveis fósseis e de materiais de construção de alta intensidade energética, é um argumento forte para manter as florestas existentes, bem como para aumentar as plantações florestais.

Diante do exposto anteriormente o presente estudo teve como objetivo quantificar a biomassa e o carbono orgânico na vegetação arbórea e arbustiva (sub-bosque e regeneração), raiz e na serapilheira em povoamentos de *Pinus taeda* com 32 anos de idade, plantados no município de General Carneiro – PR.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para Odum (1986) biomassa é o peso de matéria seca por unidade de área, diferindo do conceito de produtividade que, segundo Whittaker (1975) é uma taxa, ou seja, biomassa por unidade de tempo ou o peso de matéria seca existente num dado momento da vida do povoamento ou da floresta (Franco, 1996).

Conforme Brown (1997) biomassa é a quantidade total de matéria seca viva acima do solo expressa em toneladas por unidade de área. Porém, de acordo com Salomão et al. (1998) o termo biomassa refere-se à massa vegetal total viva de um ecossistema, ou parte dele, num dado tempo. Biomassa florestal é a quantidade constituída por organismos presentes no ecossistema florestal em termos de massa (Alemdag⁵, citado por Wendling, 1998) ou a quantidade expressa em massa, do material vegetal disponível na floresta (Martinelli et al., 1994).

O termo biomassa representa a matéria orgânica armazenada em um determinado ecossistema, pois especifica o valor numérico dos componentes presentes, além de ser fundamental nos estudos de ciclagem de nutrientes (Golley et al., 1978), conversão de energia (Golley et al., 1971), absorção e armazenamento de energia solar (Andrae & Krapfenbauer, 1983). Possibilita tirar conclusões para uma exploração racional dos ecossistemas (Campos, 1991).

Alguns autores usam o termo fitomassa e, segundo Brigadão (1992) esse termo é usado para medir o material seco da planta, o qual juntamente com a zoomassa corresponde ao termo biomassa. Nesta definição não é feita menção sobre a unidade de medida do material vegetal seco. O termo fitomassa corresponde à medida em termos de massa, sendo obtida em plantas individuais, sejam florestais ou não.

Geralmente os componentes da biomassa estimados são: biomassa viva horizontal acima do solo (BVHAS), composta de árvores e arbustos; biomassa morta acima do solo (BMAS), composta pela serapilheira e troncos caídos; e biomassa abaixo do solo (BAS), composta pelas raízes. Sendo assim, a biomassa total (BT) é a soma de todos os referidos componentes (Martinelli et al., 1994).

Para Salomão, Nepstad & Vieira (1998) biomassa morta é aquela fração da biomassa total constituída pela vegetação em decomposição: serapilheira e as árvores mortas caídas e/ou em pé. A biomassa total é o somatório dos diversos componentes da biomassa viva, tanto acima do solo quanto subterrânea, como da biomassa morta.

A biomassa viva horizontal acima do solo, em geral, é onde se concentra a maior parte da biomassa, sendo o componente estimado com maior freqüência. A estimativa da biomassa abaixo do solo não é um componente analisado com muita freqüência em função da dificuldade de metodologia, ao fato de que este tipo de levantamento é bastante laborioso e, na maioria das vezes, requer grandes investimentos financeiros.

A fitomassa viva é constituída, principalmente, de água, cuja quantidade de armazenamento depende do componente arbóreo, da espécie, das condições edafoclimáticas e da estação do ano. Quando um determinado tecido vivo é seco e perde água, a matéria seca que constitui a biomassa é formada por compostos, principalmente de carboidratos, como celulose e lignina, e quantidades menores de proteína (Golley et al., 1978) e por esqueletos de carbono e o restante por nutrientes (Larcher, 2000).

A biomassa pode ser expressa por massa verde ou massa seca. A massa verde refere-se ao material fresco amostrado, contendo uma variável proporção de água. A massa seca refere-se à massa de uma árvore, de um arbusto ou seus componentes, sendo obtido após a secagem do material em estufa. A massa seca é a expressão preferida da massa em trabalhos com ciclagem de nutrientes, em função da garantia da consistência dos resultados e da sua relação direta com o potencial de energia (Campos & Valente, 1993).

Expressar a biomassa em matéria seca, segundo Pardé (1980) é devido principalmente às vantagens de sua aplicação em determinados mercados madeireiros, à necessidade de explicar a produtividade biológica dos ecossistemas e à facilidade para comparações, cálculos e impostos, em conclusões energéticas e químicas.

A determinação da biomassa em um ecossistema específico é um antecedente fundamental no planejamento da produção e na aplicação de tratamentos silviculturais corretos para otimizar a produção florestal. A quantificação da biomassa fornece informações sobre magnitude, qualidade e distribuição dos produtos da floresta que não se encontram

⁵ Alemdag, I.S. Manual of data collection and processing for the development of forest biomass relationships. Canada: Minister of Supply and Services Canada, 1980. 38p.

nos tradicionais mapas dos ecossistemas. Seu conhecimento também é importante do ponto de vista ecológico, porque permite estabelecer a produção real de um sítio florestal (Caldentey, 1995), além de permitir conhecer o crescimento, a produtividade e o ciclo dos nutrientes nos ecossistemas florestais tanto naturais como implantados (Luy et al., 1997).

Conforme Hase et al. (1985) a determinação da biomassa é de suma importância para o estudo dos aspectos funcionais da floresta, da produtividade primária, do ciclo dos nutrientes e do fluxo de energia, sendo também importante para o planejamento da interferência humana na floresta. O conhecimento ou a estimativa da biomassa de uma floresta durante a sua vida só é possível por meio de um monitoramento contínuo da queda de folhas, galhos, assim como do crescimento de novos ramos e folhas (Franco, 1996).

Durante a fase inicial do desenvolvimento de uma floresta, uma grande parte de carboidratos é canalizada para a produção de biomassa da copa. Posteriormente, quando as copas começam a competir entre si, a produção relativa de tronco aumenta e a de folhas e ramos diminui, gradativamente (Larcher, 2000).

A distribuição de carboidratos, resultantes da fotossíntese, e o padrão de crescimento estrutural dos diferentes componentes de uma árvore podem ser distintos em função dos fatores edafoclimáticos do sítio, onde esta se encontra estabelecida (Kimmins, 1987; Schumacher, 1996).

Diversos trabalhos mostram que o acúmulo de biomassa difere entre os ecossistemas. Essa variação pode ser função dos fatores ambientais e dos próprios fatores inerentes à planta (Barnes et al., 1998), bem como da composição florística e das condições edafoclimáticas de cada lugar (Haag, 1985). Essas variações podem ser observadas nos trabalhos realizados por Golley et al. (1978) com Floresta Tropical Úmida, em Darien, Panamá; por Greenland E Kowal⁶, com Floresta Tropical Úmida Semi-Decídua, em Kade, Chana; por Williams Linera⁷, com Floresta Tropical Úmida Sucessional (10 anos de idade), em Uxpanapa, México citados por Haag (1985).

O acúmulo de biomassa é afetado por todos aqueles fatores que afetam a fotossíntese e a respiração (Kozłowski & Pallardy, 1996). A produtividade de um ecossistema está relacionada diretamente com o consumo e com a disponibilidade de dióxido de carbono no meio, pois este é o elemento que movimenta o processo de absorção das plantas (Schumacher & Hoppe, 1997), bem como com a água, a radiação solar e os nutrientes.

Além dos fatores citados, outros também afetam o acúmulo de biomassa e a produtividade, entre eles a idade do povoamento, as procedências, a nutrição, o sítio, a altitude, a umidade do solo, o espaçamento e o desbaste (Schumacher, 1995; Ladeira et al., 2001).

O termo biomassa florestal, conforme Sanquetta (2002), pode significar toda a biomassa existente na floresta ou apenas a fração arbórea da mesma, podendo-se também utilizar o termo fitomassa florestal ou fitomassa arbórea. Ao reportar-se sobre os diferentes métodos de determinação, o autor comenta sobre os métodos diretos, onde os procedimentos de campo utilizados nas determinações de biomassa de florestas podem variar amplamente, segundo os objetivos e as restrições técnicas e orçamentárias atinentes ao trabalho. Segundo o autor, os métodos indiretos não podem ser utilizados sem o ajuste e a calibragem prévia das equações, devendo ser empregados conjuntamente com os métodos diretos.

Watzlawick et al. (2002) complementam as afirmações de Sanquetta (2002), quando da quantificação de biomassa em ecossistemas florestais. Para os autores, na utilização de diferentes metodologias deve-se compatibilizar o uso de métodos destrutivos e não destrutivos (utilização de equações alométricas e a utilização de técnicas de sensoriamento remoto). Também deve-se levar em consideração diferentes tipos florestais bem como diferentes estágios de regeneração, devendo-se atentar para que as estimativas sejam realizadas em todos os estágios, diferentes partes componentes de uma árvore e diferentes compartimentos do ecossistema florestal. Deve-se, assim, buscar metodologias adequadas para que todos os componentes sejam quantificados e incorporados nas estimativas do balanço geral de biomassa e de carbono fixado.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se entre as coordenadas geográficas 26° 20' 35'' e 26° 26' 13'' Latitude Sul, e 51° 19' 49'' e 51° 25' 29'' Longitude Oeste, no município de General Carneiro – PR. A propriedade pertence às Indústrias Pedro N. Pizzatto Ltda. Possui uma área total de 4.210,75 ha, sendo que destes 566,18 ha são plantios de *Pinus taeda* L.

O clima da região, conforme classificação de Köeppen é caracterizado como Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb), tendo os verões frescos e os invernos com a ocorrência de severas geadas, não possui estações secas. As médias das temperaturas dos meses mais quentes são inferiores a 22°C e a dos meses mais frios superior a 18°C (Paraná, 1987).

Conforme Boletim De Pesquisa (1984) o substrato geológico da região é formado pelo derrame de Trapp da

⁶ Greenland, D.J.; Kowal, J.M.L. Nutrient content of the moist tropical Forest of Chana. **Plant and Soil**, The Hague, v. 12, n. 2, p.154-174, 1960.

⁷ Williams Linera, G. Biomass and content in two successional stages of tropical Wet Forest in Uxpanapa, Mexico. **Biotropica**, Washington, v. 15, n. 4, p. 275-285, 1983.

formação da Serra Geral. Os solos são orgânicos e hidromórficos, com o predomínio de Neossolos Litólicos, Cambissolos e Argissolos (Paraná, 1987). As características topográficas dividem-se em plano, ondulada e montanhosa, sendo a última de maior predominância (EMBRAPA, 1999).

METODOLOGIA

Determinação da biomassa

Os dados de biomassa foram coletados no campo no período de janeiro a abril de 2001, utilizando-se o método destrutivo. As unidades amostrais (UA) onde foram feitas as quantificações da biomassa foram localizadas utilizando-se de uma rede de amostragem sistemática de inventário florestal. Nesta rede sistemática com 70 unidades amostrais, procedeu-se aleatorização de 34 unidades amostrais com finalidade de determinação da biomassa total da vegetação, sendo destas, 7 em povoamentos de *Pinus taeda*.

Com a finalidade de quantificar a biomassa de todos os componentes dos povoamentos de *Pinus taeda* tais como: biomassa da vegetação arbórea, biomassa da vegetação arbustiva (sub-bosque), biomassa morta (serapilheira acumulada) e biomassa subterrânea (raízes) foram realizadas diferentes amostragens (unidades amostrais de tamanho diferenciado).

A instalação das unidades amostrais obedeceu a orientação Norte/Sul, utilizando-se o método de amostragem de área fixa, com parcelas de formato quadrado, diferindo apenas no tamanho da unidade amostral, conforme o tipo de biomassa quantificada.

No povoamento de *Pinus taeda* foram instaladas unidades amostrais com o tamanho de 8 x 8 m (64 m²), sendo abatidos todos os indivíduos arbóreos da espécie em questão que se encontravam dentro dessa unidade.

Depois de abater cada indivíduo, os componentes da biomassa eram separados em fuste com casca, galhos vivos, galhos mortos e acículas. Estes eram pesados separadamente utilizando-se balança com capacidade para 500 kg, obtendo-se o peso verde de biomassa para cada componente. Posteriormente procedeu-se à determinação do teor de umidade em cada componente separadamente, conforme procedimentos abaixo descritos.

Para a amostragem do fuste (madeira + casca), procedeu-se da seguinte maneira: foram retirados três discos, o 1º disco a 0,50 cm acima do solo, o 2º disco na metade da altura total da árvore e o 3º disco a 0,50 cm abaixo da altura total. Nos discos amostrados do fuste, separou-se a casca da madeira, obtendo-se assim o peso de cada componente separadamente. A quantificação do peso total da casca foi realizada por relações de fator de casca.

Nas amostragens de galhos vivos e galhos mortos, foram retiradas amostras em todos os diâmetros e a todas as alturas da copa. Para as acículas, foram retiradas amostras na ponta, meio e base da copa.

Todas estas amostras eram pesadas no campo em balança mecânica com precisão de 0,1 g para posterior determinação em laboratório do teor de umidade e carbono orgânico.

Para a determinação da vegetação arbustiva nas unidades amostrais de povoamentos de *Pinus taeda* seguiu-se a metodologia proposta por Watzlawick (2003) e Caldeira (2003), pois foram instaladas três unidades de 1 x 1 m (1 m²), dispostas no canto inferior esquerdo, centro da diagonal e canto superior direito. Nestas unidades foi abatida toda a vegetação arbustiva com CAP < 10 cm, sendo também realizada a quantificação das raízes, cavando-se uma trincheira com 1 x 1 m e 0,5 m de profundidade (0,5 m³), retirando-se todas as raízes que possuíssem diâmetro superior a 1 cm. Contudo, realizou-se somente uma unidade amostral com 1 x 1 m (1 m²) localizada no canto inferior esquerdo da unidade da determinação da vegetação arbustiva.

A amostragem para a raiz foi realizada na área útil ocupada por um indivíduo (em função do espaçamento, por exemplo: espaçamento de 3 x 3 m, unidade de 9 m²). Utilizando-se a árvore de diâmetro de área basal média, na qual ao redor realizou-se a abertura de trincheira, com área especificada e 0,5 m de profundidade, coletando-se também todas as raízes com diâmetro superior a 1 cm.

Também foram retiradas amostras tanto da vegetação arbustiva como das raízes com finalidade de determinação do teor de umidade e carbono orgânico.

Amostras de serapilheira acumulada foram coletadas em todas as unidades amostrais em que foram realizadas as amostragens de biomassa arbórea, utilizando-se para tanto de gabarito metálico com 0,25 x 0,25 m (0,0625 m²), sendo coletadas de forma aleatória 4 unidades nas povoamentos florestais. Procedeu-se também à amostragem do material para determinação do teor de umidade e carbono orgânico.

Todo o material amostrado dos diversos componentes foram acondicionados em sacos de papel, devidamente identificados e enviados ao Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – RS. No laboratório, estes foram secos em estufa de renovação e circulação de ar a uma temperatura constante de 75°C até atingir o peso constante, para posterior determinação de peso seco e preparação para análise química do teor de carbono orgânico.

As análises de carbono orgânico no tecido vegetal foram executadas de acordo com o método Walkley-Black, com calor externo, proposto por Tedesco et al. (1995) realizadas também no Laboratório de Ecologia Florestal – UFSM.

Cálculos da biomassa seca e carbono orgânico

A etapa de processamento dos dados envolveu os cálculos de biomassa úmida, biomassa seca e carbono orgânico. Com os dados provenientes da biomassa verde, teores de umidade para cada componente de cada árvore abatida, realizou-se os cálculos da biomassa seca, utilizando-se a seguinte formulação:

$$BS = BV \times (1 - Um)$$

Onde: *BS* = biomassa seca (kg); *BV* = biomassa verde (kg); *Um* = teor de umidade (%).

Após os cálculos da biomassa seca, procederam-se os cálculos relativos à quantidade de carbono orgânico existente em cada componente, utilizou-se para tanto da seguinte formulação:

$$CO = BS \times TCO$$

Onde: *CO*=carbono orgânico (kg); *BS*=biomassa seca (kg); *TCO*=teores médios de carbono orgânico (kg kg⁻¹).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de biomassa arbórea e acúmulo de carbono orgânico

As Tabelas 1 e 2 apresentam os valores de biomassa e a quantidade de carbono orgânico encontrados em povoamentos de *Pinus taeda*. Em ordem decrescente a maior produção de biomassa ocorreu na madeira do fuste > galhos vivos > casca > acículas > galhos mortos.

TABELA 1: Biomassa arbórea (Mg ha⁻¹) em povoamentos de *Pinus taeda* L., General Carneiro (PR)

Idade (anos)	Nº Árvores/ha	Área Basal (m ² /ha)	Volume Fuste (m ³ /ha)	Componentes					Total
				Acículas	Galhos Vivos	Galhos Mortos	Casca	Madeira do Fuste	
32	100	27,60	340,47	8,18	21,18	4,46	20,42	99,33	153,57
\bar{x}	421	36,93	436,91	7,14	25,71	7,05	22,29	118,45	180,63
S	325	12,61	166,05	2,19	13,13	3,70	10,51	45,98	73,26
IC ¹	421	36,93	436,91	7,14	25,71	7,05	22,29	118,45	180,63
	± 455	± 17,67	± 232,66	± 3,07	± 18,40	± 5,18	± 14,73	± 64,42	± 102,65

*Intervalo de confiança ao nível de 99% de probabilidade.

TABELA 2: Acúmulo de carbono orgânico (Mg ha⁻¹) em povoamentos de *Pinus taeda* L., General Carneiro (PR)

Idade (anos)	Componentes					Total
	Acículas	Galhos Vivos	Galhos Mortos	Casca	Madeira do Fuste	
32	3,43	8,65	1,82	7,84	42,46	64,21
\bar{x}	3,00	10,49	2,88	8,56	50,64	75,57
S	0,92	5,36	1,51	4,04	19,66	30,56
IC ¹	3,00 ± 1,29	10,49 ± 7,51	2,88 ± 2,12	8,56 ± 5,66	50,64 ± 27,55	75,57 ± 42,82

*Intervalo de confiança ao nível de 99% de probabilidade.

A maior contribuição para a biomassa arbórea e carbono orgânico foi da madeira. Houve um comportamento bem diferenciado na seqüência sobre a contribuição da biomassa arbórea. Esse comportamento diferenciado também foi observado por Schumacher (2000) para povoamentos de *Pinus taeda* com 20 e 15 anos de idade. Em ordem decrescente, a contribuição da biomassa foi fuste > ramos > raiz > casca > acículas com 20 anos de idade, contudo com a idade de 10 anos, a seqüência foi fuste > raiz > acículas > ramos > casca. Copetti (2001) trabalhando com a mesma espécie com 18 anos de idade, observou a seguinte seqüência fuste > galhos vivos > casca > acículas > galhos mortos.

A maior contribuição do lenho do fuste, em relação aos outros componentes da biomassa foi também verificado em outros estudos, entre eles Resende et al. (1983) com *Eucalyptus grandis*, aos 3,5 anos de idade; Valeri (1988) com *Pinus taeda* com 7, 10 e 14 anos de idade, na região de Telêmaco Borba – PR; Schumacher (1995) com *E. saligna*, aos 7 anos de idade, plantado no Horto Florestal Francisquinho e Horto Florestal Barba Negra – RS; Caldeira et al. (2000), com *Acacia mearnsii*, aos 2,4 anos de idade, procedência Australiana Lake George Bunge Dore.

O resultado da produção de biomassa total e de carbono orgânico de *Pinus taeda* do presente estudo não foi

similar ao trabalho de Schumacher (2000) com *Pinus taeda* com 20 anos de idade, na região de Cambará do Sul – RS, pois a produção de biomassa arbórea e carbono orgânico foi de 264,60 Mg ha⁻¹ e 115,81 Mg ha⁻¹, respectivamente com uma densidade de 300 árvores por hectare.

Schumacher (2000) trabalhando com a mesma espécie, na região de Cambará do Sul – RS, porém com as idades 15 e 10 anos, obteve biomassa acima do solo de 250,80 (600 árvores por hectare) e 91,50 Mg ha⁻¹ (950 árvores por hectare). Para o carbono orgânico os valores foram de 103,51 Mg ha⁻¹ e 41,57 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Geralmente, segundo Curlin (1970) a biomassa acima do solo é distribuída na seguinte ordem: lenho > galhos > casca > folhas. A variação da distribuição da biomassa nos diferentes órgãos da planta varia de espécie para espécie e até mesmo, em uma população da mesma espécie (Abrahamson & Gadgil, 1973).

Comparando a biomassa e o carbono orgânico de acículas no *Pinus taeda* com 32 anos de idade com as diferentes idades dos povoamentos da mesma espécie, Watzlawick (2003) observou que o povoamento com 19 anos de idade possui uma produção de biomassa arbórea menor em relação aos povoamentos com idades inferiores com 14 e 16 anos de idade. Fato este pode ser justificado pela baixa densidade de árvores, conseqüentemente menor produção na quantidade de acículas.

Estudos realizado por Heep & Brister (1982) com *Pinus taeda* com 10 a 27 anos de idade, mostram que a biomassa das acículas permaneceu constante com o aumento da idade. Valeri (1988) também observou em *Pinus taeda* com 7 (9,4 Mg ha⁻¹), 10 (9,7 Mg ha⁻¹) e 14 (9,3 Mg ha⁻¹) anos de idade que as biomassa de acículas praticamente foram as mesmas nas três idades.

De uma maneira geral, verificando a biomassa dos diferentes componentes do presente estudo com os demais trabalhos realizados com a mesma espécie, pode-se observar que os valores não são similares em relação ao trabalho de Valeri (1988); Schumacher (2000) e Copetti (2001). Provavelmente, isso é em função de diversos fatores tais como: fatores ambientais e fatores inerentes à planta (Spurr & Barnes, 1986), condições edafoclimáticas do sítio (Haag, 1985; Schumacher, 1995), idade (Cromer et al. 1975; Valeri, 1988; Schumacher, 1995), características ecofisiológicas de cada espécie (Schumacher, 1995), densidade de indivíduos (Valeri, 1988), bem como diferentes metodologias utilizadas.

Produção de biomassa e acúmulo de carbono orgânico na vegetação arbustiva, serapilheira acumulada e raiz

A produção de biomassa e o acúmulo carbono orgânico da vegetação arbustiva de *Pinus taeda* de uma maneira geral foi superior a da *Araucaria angustifolia*, conforme mostra o trabalho de Watzlawick (2003). Essas diferenças podem ser atribuídas aos diferentes tratos silviculturais realizados nos mesmos.

A produção de biomassa e carbono orgânico na vegetação arbustiva (Tabela 3) é bem inferior quando se comparada com *Pinus taeda* aos 22 anos de idade Watzlawick (2003). Esse fato pode ser a realização de desbastes mais intensos, permitindo assim uma maior entrada de luz, favorecendo o desenvolvimento da vegetação arbustiva.

TABELA 3 – Biomassa e carbono orgânico na vegetação arbustiva, serapilheira acumulada e raiz (Mg ha⁻¹) em povoamentos de *Pinus taeda* L., General Carneiro (PR)

Idade (anos)	Biomassa			Carbono orgânico		
	Vegetação Arbustiva	Serapilheira acumulada	Raiz	Vegetação Arbustiva	Serapilheira acumulada	Raiz
32	3,07	10,63	18,24	1,18	3,96	10,26
\bar{x}	3,38	18,14	22,16	1,70	7,24	9,73
S	2,92	5,46	9,33	1,44	2,40	3,76
IC ¹	3,38 ± 4,09	18,14 ± 7,65	22,16 ± 3,07	1,70 ± 2,02	7,24 ± 3,36	9,73 ± 5,27

*Intervalo de confiança ao nível de 99% de probabilidade.

Em plantios florestais além das espécies plantadas ocorre o desenvolvimento natural da vegetação, quer seja por espécies nativas como pela regeneração natural da espécie plantada. Esta vegetação no presente trabalho foi considerada como vegetação arbustiva, a qual inicialmente compete por recursos tais como luz, água e nutrientes. Com o desenvolvimento da espécie plantada os indivíduos crescem como um todo, as copas que inicialmente possuíam um maior espaço para o seu desenvolvimento começam a competir pelo espaço, ocorrendo assim o fechamento no dossel do povoamento, impedindo que ocorra uma maior incidência de luz na vegetação arbustiva, prejudicando o seu desenvolvimento.

Comparar estudos de biomassa de uma maneira ampla é uma tarefa difícil, principalmente da vegetação arbustiva. A dificuldade é devido a não disponibilidade de literatura que verse sobre o tema proposto. Nesse sentido, até o momento, o primeiro trabalho realizado no Brasil com produção de biomassa da vegetação arbustiva com *Araucaria angustifolia* foi desenvolvido por Schumacher et al. (2002a; 2002b); com *Eucalyptus* spp. (Schumacher & Wistchoreck, 2004) e com *Pinus ellioti* (36 anos de idade) (Schumacher et al., 2004).

A produção de biomassa da vegetação arbustiva foi de 16,80 Mg ha⁻¹, isto é, 8,46% em relação à biomassa total (198,61 Mg ha⁻¹) e a quantidade de carbono orgânico na biomassa foi de 7,04 Mg ha⁻¹. Esses valores não são

semelhantes ao de Schumacher & Wistchoreck (2004), onde a produção de biomassa da vegetação arbustiva em povoamentos de *Eucalyptus* spp. com 8 anos de idade foi de 8,24 Mg ha⁻¹ e a quantidade de carbono orgânico 1,22 Mg ha⁻¹, bem como de Schumacher et al. (2004), onde a produção de biomassa arbustiva em povoamentos de *Pinus elliotti* foi de 1,15 Mg ha⁻¹ e a quantidade de carbono orgânico de 0,5 Mg ha⁻¹.

A quantidade média de serapilheira acumulada (Tabela 3) é bem inferior em relação a outros estudos. Rovedder et al. (2000) com *Pinus elliottii* aos 27 anos e *Pinus taeda* com 28 anos de idade plantados em Faxinal de Soturno, RS observaram que a quantidade média de serapilheira acumulada foi de 21 e 23 Mg ha⁻¹, respectivamente para *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*. Porém, dados obtidos por Hendges et al. (1997) para *Pinus* sp., com a mesma idade e estabelecidos na mesma região, a serapilheira acumulada foi de 63 Mg ha⁻¹. No entanto, Silva Júnior et al. (1987) encontraram 40 Mg ha⁻¹ em *Pinus taeda*.

Estudo realizado por Schumacher (2000) com *Pinus taeda* em diferentes idades plantados em Cambará do Sul, RS apresentaram diferentes quantidades de serapilheira acumulada. Foram encontrados aos 10 anos (19,5 Mg ha⁻¹), aos 15 anos (17,5 Mg ha⁻¹), e aos 20 anos de idade (36,5 Mg ha⁻¹). Em relação ao carbono orgânico acumulado o autor encontrou 8,0 Mg ha⁻¹; 7,1 Mg ha⁻¹ e 14,7 Mg ha⁻¹, respectivamente para 10; 15 e 20 anos de idade. A elevada quantidade encontrada aos 10 anos justifica-se pela grande quantidade de resíduos provenientes da desrama realizada anteriormente.

A menor quantidade de biomassa e carbono orgânico na serapilheira acumulada nos povoamentos *Pinus taeda* aos 32 anos de idade em relação a mesma espécie mas com idades diferentes (Watzlawick, 2003) pode ser atribuída, principalmente a uma menor deposição ou uma maior taxa de decomposição, ocasionada por possuir uma maior quantidade de vegetação arbustiva (Caldeira, 2003).

A percentagem das raízes em relação a biomassa total foi de 13,45%. A diferença de percentagem das raízes em relação a biomassa total entre as espécies florestais, principalmente em povoamentos de *Pinus taeda* pode ter sido devido ao sítio onde estão implantados os povoamentos, bem como a fertilidade do solo.

Ao relacionar a quantidade de biomassa e carbono orgânico em *Pinus taeda*, o percentual de contribuição do sistema radicular também teve uma variabilidade, ou seja, 10,62% aos 32 anos. Os valores obtidos por Schumacher (2000) em povoamentos da mesma espécie, diferem do presente estudo. Sendo que a quantidade de biomassa e carbono orgânico foi, respectivamente aos 10 anos (15,3 Mg ha⁻¹ e 6,92 Mg ha⁻¹), aos 15 anos (26,4 Mg ha⁻¹ e 11,33 Mg ha⁻¹) e aos 20 anos (37,1 Mg ha⁻¹ e 17,58 Mg ha⁻¹). O percentual de contribuição do sistema radicular encontrado por Schumacher (2000) foi de 14,33% (10 anos), 8,80% (15 anos) e 12,51% (20 anos) em relação à biomassa total dos componentes da árvore.

Segundo Schumacher (1995) as diferenças na produção de biomassa de raízes para uma mesma espécie, com mesma idade, porém em diferentes locais pode ser atribuída ao grau de armazenamento de nutrientes e às condições inerentes ao sítio, tais como menor teor de argila e matéria orgânica. Quanto maior a disponibilidade de água e nutrientes maiores será a alocação de assimilados para o sistema radicular, visando uma maior exploração espacial do solo.

A produção de biomassa abaixo do solo varia com a espécie e o espaçamento (Reis et al. 1993; Schumacher, 1995; Watzlawick, 2003; Caldeira, 2003). Gonçalves et al. (2000) acrescentam que a contribuição do sistema radicular para a biomassa total da árvore varia em função da idade, onde os percentuais maiores ocorrem na fase inicial do crescimento, sendo que a maioria dos fotoassimilados sintetizados pela planta são canalizados para a formação de copas e o sistema radicular. Esta contribuição somente mudará após o fechamento da copa, quando o acúmulo de nutrientes passa a ser mais intenso nos troncos, uma vez que a formação da copa atingiu uma fase de relativa estabilidade, pois o auto-sombreamento impõe uma área foliar máxima limite.

CONCLUSÕES

As determinações de biomassa e carbono orgânico, mediante a utilização do método destrutivo em plantações florestais, apesar de ser extremamente trabalhosa apresentou-se factível, a qual originou resultados satisfatórios para que todos os objetivos do presente estudo fossem atingidos.

De uma maneira geral fica evidente a importância de quantificação da biomassa e do carbono orgânico ser realizada em diferentes idades dos povoamentos florestais, bem como nos diferentes partes componentes de uma árvore e diferentes compartimentos do ecossistema florestal considerado;

A biomassa em todos os compartimentos possui a distribuição, em média, de 80,5% na vegetação arbórea, 1,5% na vegetação arbustiva, 8,1% na serapilheira acumulada e 9,9% nas raízes. O acúmulo de carbono orgânico em todos os compartimentos possui, a distribuição, em média, de 80,2% na vegetação arbórea, 1,8% na vegetação arbustiva, 7,7% na serapilheira acumulada e 10,3% nas raízes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAMSON, W.G.; GADGIL, M. Growth and reproductive affect in goldenrods solidago (Compositae). *American Naturalist*, Lancaster, v. 107, p. 651-661, 1973.

- ANDRAE, F.; KRAPFENBAUER, A. Distribuição de raízes finas do pinheiro bravo (*Podocarpus lambertii*) e do pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia*). In: PESQUISAS AUSTRO-BRASILEIRAS (1973 – 1982), 1983, Santa Maria: UFSM. p. 56-67, 1983.
- BARNES, B.V. et al. **Forest ecology**. 4. ed. New York: John Wiley & Sons Inc., 1998. 704p.
- BOLETIM DE PESQUISA, Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina: n. 27, t. 1 e 2, 1984.
- BRIGADÃO, C. **Dicionário de ecologia**. Rio de Janeiro: Toop books e distribuidora Ltda, 1992. 344p.
- BROWN, S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. **FAO Forestry Paper**, 134, 1997. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/W4095E/w4095e00.htm>> Acesso em 23 ago. 2001.
- CALDEIRA, M.V.W. **Determinação de biomassa e nutrientes em uma Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro, Paraná**. Curitiba, 2003. 176f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- CALDEIRA, M.V.W. et al. Produção de biomassa em uma procedência australiana de *Acacia mearnsii* De Wild, plantada no sul do Brasil, **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 201-206, 2000.
- CALDENTEY, J. Acumulacion de biomassa em rodales naturales de *Nothofagus pumilio* em tierra Del fuego, Chile. **Investigación Agrária Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v. 4, n. 2, p. 165-175, 1995.
- CAMPOS, M.A.A. **Balço de biomassa e nutrientes em povoamentos de *Ilex paraguariensis* Avaliação na safra e na safrinha**. Curitiba, 1991. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- CAMPOS, J.C.C.; VALENTE, O.F. Considerações sobre o inventário de povoamentos florestais com ênfase na biomassa e na sua transformação em carvão vegetal. **Boletim Técnico**, Viçosa, MG, n. 1, p. 1-19, 1993.
- COPETTI, L. **Produção e distribuição da biomassa em povoamento de *Pinus taeda* L, aos 18 anos de idade, na região de Cambará do Sul – RS**. Santa Maria, 2001. 26f. Relatório (Estágio Supervisionado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria.
- CROMER, R.N. et al. Eucalyptus plantations in Australia. The potencial for intensive production. **Appita**, v .29, p. 165-173, 1975.
- CURLIN, J.W. Nutrient cycling as a factor in site productive and forest fertilization. In: YOUNGBERG, C.T.; DAVEY T. (Ed.) **Tree growth and forest soils**. Oregon: Oregon State University Press, 1970. p. 313-326.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FRANCO, E.J. **Estudo dos métodos estimativos de volume, biomassa e níveis de produtividade para *Eucalyptus camaldulensis***. Lavras, MG. 1996. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Lavras.
- GOLLEY, F.B. et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: USP, 1978. 256p.
- GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G. La biomassa y la estrutura mineral de algunos bosques de Darien, Panamá. **Turrialba**, São Jose, v. 21, n. 2, p. 189-196, 1971.
- GONÇALVES, J.L.M.; MELLO, S.L.M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. p. 221-267.
- HAAG, H.P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargil, 1985. 144p.
- HEEP, T.E.; BRISTER, G.H. Estimating crow biomass in loblolly pine plantations in the Carolina Flatwoods. **Forest Science** v. 28, n. 1, p. 115-127, 1982.
- HENDGES, M.K. et al. Quantificação da serapilheira de *Pinus* sp., na região de Santa Maria - RS. In: Jornada Acadêmica Integrada, 13, 1998. **Anais...** Santa Maria: UFSM, p. 410p, 1998.
- HASE, H.; FÖLSTER, H.; LINDHEIM, M. On the accuracy of the estimating aboveground tree biomass in evergreen forest near Manaus, Brazil. A similation study. **Biotropica**, Washington, v. 17, n. 3, p. 191-195, 1985.
- KIMMINS, J.P. **Forest ecology**. New York: Collier Macmillan Canada, 1987. 531p.
- KOZLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S.G. **Physiological of woody**. 2. ed. San Diego: Academic, 1996. 432p.
- LADEIRA, B.C. et al. Produção de biomassa de eucalipto sob três espaçamentos, em uma seqüência de idade. **Revista**

Árvore, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 69-78, 2001.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531p MARTINELLI, L.A. et al. Incertezas associadas às estimativas de biomassa em florestas tropicais. In: SEMINÁRIO EMISSÃO x SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia do Vale do Rio Doce, 1994. p.197-221.

LUY, A.; GOYA, J.F.; FRANGI, J.L. Distribución de la biomasa aérea y subterránea en plantaciones de *Eucalyptus grandis* de distintas edades en la región de Concordia, Entre Ríos (Argentina). In: CONGRESO FORESTAL ARGENTINO Y LATINO - AMERICANO “Forestar y crecer”, 2., 1997. Misiones. **Actas...** Misiones: Asociación Forestal Argentina, 1997.

PARANÁ. Secretária de Estado de Agricultura e Abastecimento, Instituto de Terras, Cartografia e Florestas. **Atlas do Estado do Paraná**, Curitiba, 1987. 73p.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 434p.

REIS, G.G. et al. **Relações entre a densidade populacional e o uso de água, luz e nutrientes na região do Cerrado, Minas Gerais – resultados preliminares**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1993.

RESENDE, G.C. et al. Produção e macronutrientes em florestas de eucalipto sob duas densidades de plantio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 7, p. 165-196, 1983.

ROVEDDER, A.P.; DURLO, M.A.; GATTO, D.A. Quantificação da serapilheira e macronutrientes sob povoamentos de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*. In: FertBio - 2000, Santa Maria, **Resumos expandidos...** Santa Maria: SBCS:SBM, 2000. 1 CD-ROM.

PARDÉ, J. Forestry biomass review article. **Forestry Abstracts**, Farnham Royal, v. 41, n. 8, p. 343-362, 1980.

SALOMÃO, R.P.; NEPSTAD, D.C.; VIEIRA, I.C.G. Biomassa e estoque de carbono de florestas tropicais úmidas primárias e secundárias. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (Ed.) **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Local: Smithsonian Institution, 1998.p. 99-119.

SANQUETTA, C.R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C.R. et al. (Ed.) **As florestas e o carbono**. Curitiba, 2002. p.119-140.

SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M. **A complexidade dos ecossistemas**. Porto Alegre: Palloti, 1997. 50p

SCHUMACHER, M.V. et al. Quantifizierung der biomasse und des nährstoffgehalts bei der erstdurchforstung eines araukarienbestandes in Quedas do Iguaçu (Paraná, Brasilien). **Forstarchiv**, Göttingen, Germany, v. 73, n. 5, p. 187-194, 2002a.

SCHUMACHER, M.V. **Nährstoffkreislauf in verschiedenen Beständen von *Eucalyptus saligna* (Smith), *Eucalyptus dunnii* (Maiden) und *Eucalyptus globulus* (Labillardière) in Rio Grande do Sul, Brasilien**. Wien, Austria: Universität für Bodenkultur, 1995. 167f. Tese (Doutorado em Ecologia e Nutrição Florestal) – Universität für Bodenkultur.

SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL: O AMBIENTE DA FLORESTA, 1., 1996. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1996. p. 65-77.

SCHUMACHER, M.V. **Quantificação do carbono orgânico em florestas de *Pinus taeda* L, com diferentes idades**. Santa Maria: UFSM, 2000a. (Relatório de pesquisa).

SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M.; BARBIERI, S. **Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes no corte raso de uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. na região de Quedas de Iguaçu-PR**. Santa Maria: UFSM, 2002b. (Relatório de pesquisa).

SCHUMACHER, M.V.; KÖNIG, F.G.; KLEINPAUL, J.J. Quantificação de carbono orgânico na serapilheira, sub-bosque e solo em uma floresta de *Pinus elliotti* Engelm. aos 36 anos em Santa Maria, RS. In: SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLIOTTO, M.A. (Ed) **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: editado pelos autores, 2004. p.125-132.

SCHUMACHER, M.V.; WISTSCHORECK, R. Inventário de carbono em povoamentos de *Eucalyptus* spp. nas propriedades fumageiras do sul do Brasil: um estudo de caso”. In: SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLIOTTO, M.A. (Ed) **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: editado pelos autores, 2004. p.111-124.

SILVA JÚNIOR, M.C.; BARROS, N.F.; PINHEIRO, A.L. Concentração de nutrientes e efeito sobre a fertilidade do solo de três espécies florestais, na região de Viçosa, MG. **Revista Brasil Florestal**, Brasília, v. 62, p. 43-48, 1987.

SPURR, S.H.; BARNES, B.V. **Ecologia Forestal**. Mexico, 1986, 690p.

TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRG, Departamento de Solos: Faculdade de Agronomia, 1995. 174p. (Boletim Técnico; 5).

VALERI, S.V. **Exportação de biomassa e nutrientes de povoamentos de *Pinus taeda* L, desbastados em diferentes idades**. Curitiba, 1988. 164f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

WATZLAWICK, L.F.; et al. O papel do sensoriamento remoto nos estudos de carbono. In: SANQUETTA, C.R. et al. (Eds.) **As florestas e o carbono**. Curitiba, 2002. p.215-235.

WATZLAWICK, L.F. **Estimativa de biomassa e carbono em Floresta Ombrófila Mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite IKONOS II**. Curitiba, 2003. 120f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

WATZLAWICK, L.F.; et al. Teores de carbono em espécies da floresta ombrófila mista. In: SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M.A.B. (Eds.) **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba, 2004. p.95-109.

WENDLING, J.L.G. **Modelos matemáticos de crescimento e de produção em biomassa de *Euterpe edulis* Mart. Plantadas a céu aberto**. Curitiba, 1998. 168f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

WHITTAKER, R.H. **Communities and ecosystems**. 2. ed. New York: McMillan, 1975. 385p.

PLANEJAMENTO TURÍSTICO REGIONAL/MUNICIPAL MAPEAMENTO E DIAGNÓSTICO

REGIONAL AND COUNTY TURISTIC PLANNING / DIAGNOSTIC AND MAPPING

Benício de Melo Filho¹ Marcos V. G. Alves² Mônica Acco³ Henrique Soares Koehler⁴

RESUMO

O planejamento turístico ambiental municipal existe quando há deslocamento de pessoas, que necessitam de normas técnicas, como mostra a metodologia neste trabalho que visa contribuir para distinguir as características físico ambientais, desenvolvimento da tecnologia em setores os mais diversos, socioeconômicos, políticas administrativas, educação e cultura nos municípios relacionados com as atividades do planejamento local e regional das atividades turísticas. O objetivo principal é demonstrar por meio de um método, introduzindo as etapas do conhecimento do local, inventário dos produtos/recursos encontrados. Assim, a avaliação prévia para utilização destes atrativos turísticos, como trilhas, caminhadas, cultura, educação e reconhecimento da paisagem; para o desenvolvimento de modelos econômicos como paradigma regionalizados, contendo: diagnóstico e análise; bem como, os demais instrumentos do planejamento estratégico e da Engenharia Ambiental, com o uso de instrumentos GPS (Sistema de Posicionamento Global, do inglês *Global Position System*) e mapeamentos com o propósito de direcionar estratégias e diretrizes que subsidiarão a implementação das atividades turísticas baseadas nos princípios da tecnologia de capacitação na computação da multimídia e da sustentabilidade da economia turísticas. Podendo, tornar-se importante subsídio nas aptidões de políticas públicas locais da área de estudo, auxiliando nas tomadas de decisões para os gestores municipais e estaduais, bem como, servir de modelo para outros setores regionais da política de desenvolvimento regional na atual globalização.

Palavras-chave: Manejo sustentado, planejamento turístico, caminho Ambrósios, recursos naturais.

ABSTRACT

Planning county environmental tourism is required when there is people's movement, once they need technical guidelines as shown in this paper. It aims to contribute to distinguish the environmental physics traits and developing new technologies in several areas of interest, such as social economics, regulatory politics, educational culture at counties, all related to the local and regional planning activities. The main goal of the present paper is to show a method, introducing the phases of local knowledge, products and resources inventory found, as well as the previous evaluation of utilization of attractive tourist sites, such as trails, walking paths, culture, education and landscape recognition among others, to develop economical regional models aiming: diagnostic and analysis and several others strategic planning procedures and environmental engineering, through the use of Global Positioning Systems (GPS) and mapping, with the objective of directing strategies and guidelines which will support the implementation of tourism activities based on the principles of teaching multi media resources and sustainability of the tourism economy. The method can became an important knowledge base to public local political abilities at the site under study, helping the local and regional managers in the decision making process, and also being a model to others regional administrators to establish regional development in actual globalization.

Key words: Sustained management; tourist planning; Ambrósios pathway; natural resources.

INTRODUÇÃO

Neste trabalho é apresentada uma metodologia para estudos de planejamento turístico local e regional do Caminho dos Ambrósios⁹, integrados aos municípios do entorno de Tijucas do Sul Estado do Paraná, na elaboração da primeira fase do Zoneamento Turístico Ecológico - Econômico desta região. Assim, a partir da aplicação desta metodologia, é possível gerar cartas de conhecimento dos caminhos regionais para direcionamento dos diversos outros: para subsidiar o Zoneamento do Turismo Econômico e sustentável.

¹ M. Sc. em Gestão Ambiental do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Doutorando em Manejo Florestal UFPR (benicio@floresta.ufpr.br)

² Eng. Florestal. Mestrando em Manejo Florestal UFPR

³ Eng. Florestal. Mestranda em Manejo Florestal UFPR

⁴ Prof. Doutor da UFPR

⁹ “Uma trilha indígena, pré-cabralina, via de penetração dos pioneiros que ultrapassava a Serra do Mar em demanda dos conhecidos campos do planalto. Moreira (1975:539)

Esta metodologia foi desenvolvida a partir do conceito de Ecodinâmica Tricart (1977) e da potencialidade para estudos integrados das imagens TM-Landsat, uma vez que permitem uma visão sinótica, repetitiva e holística da paisagem.

De acordo com a metodologia primeiramente é elaborado um mapa de Unidades Territoriais Comunitárias Básicas (unidades de paisagem natural e polígonos de intervenção antrópica), obtido através da análise e interpretação sistemática de imagens TM-Landsat. Em seguida são realizadas associações das informações temáticas (mapas de cobertura vegetal, dados de direcionamento do caminhamento por GPS).

REFERENCIAL TEÓRICO

Etapas preliminares do planejamento turístico

É evidente que o inventário é a fase primordial que antecede o planejamento de qualquer tipo de empreendimento e/ou atividades futuras. Esse instrumento é, portanto a fase de informação de planejamento, ou seja, é o ponto em que se preocupa obter dados e relatos e fazer um levantamento minucioso das características presentes em determinada localidade. Segundo afirma Chacel (1977).

“O inventário é o ponto de partida do planejamento paisagístico, seja ele de significado conservacionista, de valorização ou de caráter exploratório em relação ao meio natural”. Não há dúvida de que com o inventário pode-se obter a caracterização de diversos aspectos regionais/locais identificados. As reais condições que se apresentam para a oferta turística, para que dessa forma, direcionar um plano de desenvolvimento turístico sustentável.

VARIÁVEIS DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Demonstramos neste trabalho que o planejamento turístico como desenvolvimento local e regional exige cooperação e coordenação cuidadosa entre os setores públicos e privados. Para dar ênfase no planejamento do desenvolvimento do turismo, integraram-se o manejo florestal como um plano mestre dos futuros projetos, a favor de novos planos de desenvolvimento de forma flexíveis e com capacidade de responder os anseios da comunidade. Estas mudanças de paradigmas, devem-se em grande parte, ao novo sistema de desenvolvimento global, reconhecendo que o desenvolvimento não é conceito *finitivus*¹⁰. Até onde sabemos os planos de desenvolvimento deveriam facilitar os objetivos e anseios desejados, assim como os meios para serem atingidos.

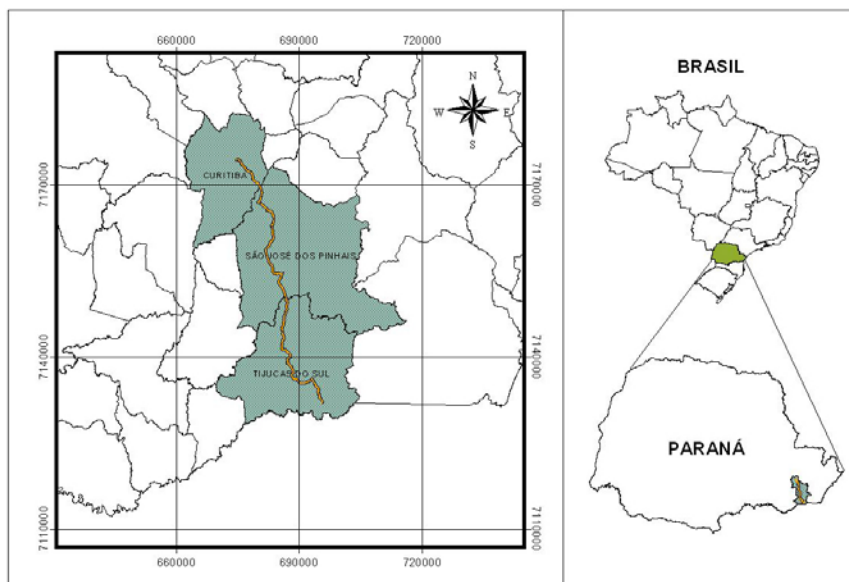


FIGURA 01 – Caminhamento Curitiba – Rio Pirai Mirim
Fonte: elaboração dos autores (2004)

Operacionalizar programas de atividades de visitas e um projeto de requisitar esta memorial dos primeiros caminhos do desenvolvimento. Obedecendo as estratégias regionais do clima, infra-estrutura existente, diagnóstico de um inventário dos produtos, através de informações básica com o mapeamento do caminho e suas Pela Serra do Espigão. Como mostra o mapa para seguir os caminhos do Brasil: roteiro Inicia-se na cidade de Curitiba São José dos Pinhais, Estrada Velha de Joinville, Baixada do rio Miringuava, Bom Jesus dos Perdões, Campo Largo das Roseiras, monumento religioso Pedro Moura, Tabatinga, Gruta do Monge, Tijucas, Caminhos dos Ambrósios, Casa do Pedágio,

¹⁰ Limita, demarcar, determinar.

Serrinha, Rio Pirai Mirim Reflorestamento da COMFLORESTA.

A Caminhada foi realizado em 11 de Julho de 2004 partindo de Curitiba, São José dos Pinhais. Roteiro pela chamada estrada velha - Joinvile com instrumento GPS em direção a cidade de Tijucas do Sul com a finalidade de revitalizar este caminho para fins de atividades turísticas e observação da paisagem e as belezas cênicas, imagens de pequenas manchas de Floresta Ombrófila Densa Altomontana ainda existentes.

De acordo com Silveira (2002), nas duas últimas décadas, o turismo tem recebido mais atenção por parte dos governos na elaboração das chamadas políticas de desenvolvimento, notadamente, das políticas públicas que servem de orientação às ações de planejamento e ordenamento do território. De fato, não obstante o valor econômico de o turismo ser reconhecido desde há muitas décadas é principalmente, a partir dos anos 1980, que este setor passou a ser considerado na determinação das políticas de planejamento e de desenvolvimento econômico em diversos países e regiões. Deste período em diante o turismo, que quase sempre era visto como uma atividade menor converteu-se numa opção estratégica para governos nacionais e locais, sobretudo em muitos países em desenvolvimento, no caso o Brasil, que buscam promover desenvolver em escalas regional e local.

Afirmamos também que o desenvolvimento do turismo está integrado com as atividades de manejo florestal, não será ideal se for deixado aleatório dos parâmetros técnicos no setor empresarial, já que os mesmo são motivados por objetivos imediatos, relacionando-se com lucros e perdas. Mas, é provável que se o desenvolvimento econômico e integral do turismo é dominado por gestores do setor público, é sujeito a interpretações ambíguas no processo de desenvolvimento ideal, do ponto de vista da maximização dos benefícios econômicos e regionais.

É evidente a importância econômica do turismo, assim como é também indiscutível que sua exploração indiscriminada pode causar danos irreversíveis ao meio ambiente com exploração localizada. Nesse sentido o crescimento desordenado do turismo pode causar aos respectivos danos aos locais. No Município de Tijucas do Sul (Caminhos dos Ambrósios) não é um exemplo de tal prática danosa. As comunidades nativas nos distritos em que se localizam os atrativos turísticos acreditam que uma boa orientação técnica educação, poder-se-á evitar os impactos correlacionados com a visitação e exploração constante. São condicionantes para o aquecimento da economia local.

Segundo Silva (1996), as áreas silvestres têm como objetivo final gerar a produção de bens de capital natural de difícil quantificação em comparação os bens produzidos comumente por técnicas que permitam uma avaliação econômica dos investimentos e dos retornos. Tal objetivo é alcançado levando em conta o conceito básico de conservação da natureza, que é a utilização racional dos recursos naturais renováveis – ar, água, solo, flora e fauna – e um rendimento máximo dos não renováveis.

Para o manejo de áreas silvestres, incluem atividades simultâneas. Em quase todas as áreas silvestres que existem geralmente estão presentes mais de dois recursos: naturais água, madeira e pastagens. Em florestas nativas, normalmente há quatro recursos: água, madeira, recreação e vida silvestre.

Um plano de manejo baseado no princípio de uso múltiplo não é um plano somente para fomentar a recreação ou a produção de madeira. É um plano que contempla o desenvolvimento integral de todos os recursos que existem na área de uma forma harmônica, com fim de proporcionar os produtos e serviços de acordo com a necessidade econômicas, sociais e culturais do povo Silva (1996).

ESTRADAS E CAMINHOS

No princípio os primeiros caminhos para o Sul do Brasil surgiram pelo litoral; seguindo os flancos de serra, picadas feitas pelas andanças dos tropeiros no transporte de produtos extraídos das minas de ouro, como também alimentos. Assim como a contribuição dos grupos de imigrantes e a utilização dos famosos carroções eslavos. Estes caminhos chegaram a Laguna SC, oriundos de São Vicente São Paulo, seguiam até a Campinas Gaúchas, na busca do gado muar dispersos pelas guerras guaraníticas e destruição das reduções jesuíticas.

O referido Caminho (Ambrósios) foi utilizado oficialmente como a última caminhada oficial pelos republicanos que fizeram a travessia até a cidade de Tijucas do Sul (PR), palco de batalha dos revoltosos em 1834. Literalmente fecharam o caminho no ano de, com a abertura da estrada antiga ou estrada velha de Dona Francisca, era utilizada como rota de tropeiros e pelas carroças eslava, russas e mulas para uso de transporte de produtos para o comércio de Curitiba (Braga, 1997).

Mapas e livros foram o que sobraram do primeiro traçado utilizado para a travessia do Estado, que foi percorrido também pelos Jesuítas, que seguiam o caminho para catequizar os índios no século XVIII. As reformas nas estradas foram aos poucos alterando as trilhas. Mesmo a estrada da graciosa, mais bem conservada das vias construídas sobre picadas indígenas, teve seu traçado alterado diversas vezes. Foi modificada quase que inteiramente entre 1866 e 1873. Macadamizada em 1912, para suprir o trânsito de veículos motorizado do Paraná, passando a servir ao escoamento da produção agrícola, junto com a ferrovia. Até 1960, ainda era a principal ligação entre a região de Curitiba e os portos marítimos (Deleffe, 2003).

AS UNIDADES DE PAISAGEM NATURAL

As unidades de paisagem natural, enquanto unidades territoriais básicas passíveis de georeferenciamento, contêm uma porção do terreno onde se inscreve uma combinação de eventos e interações, visíveis e invisíveis, cujo resultado é registrado e pode ser visto na forma de imagem fotográfica de um determinado momento, representando um elo de ligação entre a geografia e a ecologia.

O planejamento estratégico de venda de um lugar ou de um serviço turístico deve considerar a importância de todos os aspectos na oferta para demanda cada vez exigentes. A imagem do produto Brasil, considerada uma das variáveis que influencia os fluxos turísticos em direção ao País. A opinião geral é que a imagem do Brasil é negativa coloca a causa disso no discurso produzido pela imprensa internacional, tentando ocultar a real existência de problemas sociais e a falta de uma política de promoção turística, Sá (2002).

ASPECTOS DA VEGETAÇÃO

A vegetação regional expressa um mosaico entre alguns relictos primários, que ainda abrigam espécies ameaçadas de extinção no estado do Paraná como a Imbuia (*Ocotea porosa*) e o Sassafrás (*Ocotea odorifera*), formações secundárias em diferentes estágios de desenvolvimento e reflorestamento de *Pinus spp.*, de *Eucalyptus spp.* E de *Araucaria angustifolia*, bem como pequenas áreas ocupadas por pastagens.

No Brasil, e particularmente nos Estados em que as atividades relacionadas ao desenvolvimento econômico sustentável como a agropecuária, turismo e a exploração de recursos florestais são atividades importantes, devido a seu caráter extensivo que envolve áreas na busca de novas fronteiras de desenvolvimento.

Nas andanças das trilhas do Vivat Floresta Park e em todas as regiões encontram-se Espécies de Floresta Submontana. Foram percorridas as trilhas nas seguintes Serras: Serra do Cabral, Araçatuba, Biscaia, Piador e do Mar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O objetivo deste trabalho foi obter um inventário dos atrativos turísticos, como também dos recursos naturais/turísticos e econômicos, equipamentos e instalações de uma forma a prática do ecoturismo, as potencialidades e infra-estrutura de apoio disponível.

Produzir um mapa de caminhamento e identificação do Caminho dos Ambrósios, por instrumentos GPS partindo da cidade de Curitiba, na primeira etapa até Tijucas do Sul (PR), integrando o complexo do Vivat Floresta Park; na segunda etapa até Joinville Santa Catarina redescobrimo os caminhos dos Tropeiros (Ambrósios).

MATERIAL E MÉTODOS

Para determinar a área do caminho, utilizando GPS, fotografias, carro observações da vegetação e paisagem, das barrancas antigas e travessias que ainda restam do caminho utilizamos para fazer este percurso: Guia e caderneta de campo.

A delimitação das unidades territoriais básicas sobre uma imagem de satélite permite o acesso às relações de causa e efeito entre os elementos que a compõem, oferecido pelas diferentes resoluções (espacial, espectral, temporal e radiométrica) da imagem, ao contrário da simples justaposição de informações em SIGs gerada, a partir de dados de diferentes escalas, épocas, e metodologias de trabalho, que nem sempre apresentam relações coerentes entre si.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Aspectos da Vegetação

As espécies arbóreas relacionadas na tabela 1 foram encontradas na área de estudo.

TABELA 1 – Espécies encontradas na região

Nome Vulgar	Nome Científico	Família
Canela guaicá	<i>Ocotea puberula</i> Ness.	Lauraceae
Canela-amarela	<i>Nectandra grandiflora</i> Ness.	Lauraceae
Cafezeiro-do-mato	<i>Caesaria sp.</i>	
Leiteiro	<i>Sapium glandulatum</i>	
Caroba	<i>Jacarandá puberula</i> Cham.	Bignoniaceae
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Kuntze.	Araucariaceae
Pimenta	<i>Ilex theezans</i>	
Craveiro		
Pessequeiro-bravo	<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham & Schl.) Dietr.	Rosacerae

Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae
Miguel-pintado	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae
Carne-de-vaca	<i>Clethra scabra</i> Pers	Clethraceae
Myrcia sp.	<i>Myrcia hatschbachii</i>	
Caingá	<i>Cuponia vernalis</i>	
Camboatá	<i>Gordonia xanthocarpha</i>	
Xaxim	<i>Cyateae</i>	
Guaraperé		
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia alba</i>	
Guabiroba	<i>Campomanesia</i> sp.	Mirtaceae
Capororoca	<i>Myrsine ferruginea</i> Sprengel <i>Symplocos glanduloso marginatum</i>	Myrsinaceae -
Canela-preta	<i>Cabralea canjerana</i>	
Canjerana	<i>Albizia</i> sp.	
Albizia	<i>Campomanesia</i> sp.	
Araçá de porco		Myrtaceae
Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i>	Mimosaceae
Vacuma	<i>Allophylus edulis</i> (St. Hill.) Radlk	Sapindaceae
Tarumá	<i>Vitex megapotamica</i> (Sprengel) Moldenke.	Verbenaceae
Branquinho	<i>Sebastiania comersoniana</i>	Euphorbiaceae
Cataia	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	Winteraceae
Carvalho	<i>Roupala brasiliensis</i>	
N.I.		
	<i>Casearia decandra</i>	
	<i>Maytenus alartenóides</i>	
	<i>Citronella paniculata</i>	
Tapiá	<i>Alcornia tripinevia</i>	
Vassourão-preto	<i>Vermonia discolor</i> (Sprengel) Lessing	Asteraceae
	<i>Myrtaceae</i> sp.	
Guaçatunga	<i>Casearia inaquilatera</i>	Flacourtiaceae
	<i>Gomidesia</i> sp.	
Guamirim-cascudo	<i>Myrceugenia regnelliana</i> (Berg) L. et. Kausel <i>Nectandra saligna</i>	Myrtaceae
Mamica-de-porca		
	<i>Ilex dumosa</i>	
Batinga	<i>Myrtaceae eugenia</i>	Myrtaceae
Santa-rita	<i>Laplacae fruticosa</i>	
Erva-mate	<i>Ilex paraguariensis</i> St. Hill.	Aquifoliaceae
Cerejeira	<i>Eugenia involucrata</i>	Myrtaceae
Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i> <i>Solanum</i> sp.	
Sapopema	<i>Sloanea iasiocoma</i> K. Schum. <i>Myrcia</i> sp.	Eleocarpaceae Myrtaceae
Guaramirim-vermelho		
Vassourão-branco	<i>Piptocarpa angustifolia</i> Dusén <i>Gomidesia</i> sp.	Asteraceae
Bugreiro	<i>Litthraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Anacardiaceae
Guaramirim-chorão	<i>Myrceugenia</i> sp. <i>Myrcia rostrata</i>	Myrtaceae Myrtaceae
Jerivá	<i>Syagrus</i> sp.	
Canela-branca	<i>Nectandra megapotamica</i>	Lauraceae
Cuvitinga		
Araçá-vermelho	<i>Myrcianthes gigantes</i>	
Caraporoquão	<i>Myrsine ferruginea</i> Sprengel	Myrsinaceae
Jacarandá	<i>Jacaranda Brasiliensis</i>	Bignoniaceae
Garuva		Lauraceae
Canela-sasafrás	<i>Ocotea odorifera</i>	Lauraceae
Aroeira	<i>Schinus terebenthifolius</i> <i>Dalbergia</i> sp.	Lauraceae

Inventário Turístico Regional Tijucas do Sul

Principais Atrativos

Vivat Floresta Park – Sistemas Ecológicos.

Empreendimento com componentes sociais, educacionais, ecológicos e ambientais, voltado para um manejo conservacionista de uma área rural na fazenda Santa Clara, pertencente a Sociedade Paranaense de Cultura, área de 245 hectares localiza-se no distrito da Lagoa, Municípios de Tijucas do Sul funciona integrado o com o ProÁção/PUCPR, empreendimento composto por um centro de atendimento médico, assistência social e quadras poliesportivas e vestiários. Museu de Artes da Instituição filantrópica Sergius Erdelyi. Alojamento para 30 pessoas. CETAS – Centro de Triagem de Animais Silvestres limita com os municípios Tijucas/ Agudos do Sul, Instituição Filantrópica Sergius Erdelyi serve de centro para aprendizado prático dos alunos da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR, no sudeste do Paraná. Distante 72 quilômetros de Curitiba em local de fácil acesso pela BR 376. Sua paisagem ostenta belo conjunto arquitetônico sede do Vivat Floresta Park com disponibilidades de Atrativos, equipamentos, ótimas instalações e infra-estrutura turística. Informações Tel. (0xx41) 629-1173 / 629-1198, 629- 1217. Cx. Postal N.º 20 – Distrito da Lagoa tijucas do sul, Paraná , Brasil CEP 83190-000. Horário de visitaçã: a combinar.

Saltinho

Parque natural às margens do Rio da Várzea. Recanto de 10 alqueires, distante 70 km da capital, em local de fácil acesso pela BR 376. Seu cenário se descortina por entre florestas nativas e flores, quedas d'água, piscinas de água mineral e vegetação exuberante e lagos. A atração principal é uma queda d'água de aproximadamente 18 m de altura. Complementando a obra da natureza e para oferecer maior conforto para os visitantes, existe no local, restaurante, piscina natural, lago, além de um conjunto de cabanas cujos telhados em cores fortes, são uma homenagem à fauna e a flora, e em cujos espaços funcionam: loja de artesanato local e lanchonete. Em Saltinho existe ainda área de camping, churrasqueiras e sanitários. Informações Tel. (0xx41) 629-1154 / 9996-1525. Horário de visitaçã: sábado, domingo e feriados a partir das 8h.

Represa do Vossoroca

Área freqüentada por pescadores ao longo da BR 376, distando 50 km de Curitiba, nas margens do lago existe também casas de veraneio, construída por seus freqüentadores.

Parque Araçá (propriedade particular)

Situado na encosta da Serra do Mar, é um amplo parque com cachoeiras, rios, área de camping, campo de futebol e trilhas. Informações pelo tel. (0xx41) 629-1846 falar com o senhor Hamilton Claudino.

Igreja de Nossa Senhora das Dores

Foi construída por volta de 1960, em estilo basilical. Em seu interior encontra-se uma preciosa coleção de mosaicos em forma de vitrais (43 ao todo) que retratam a vida de Nossa Senhora e a iconografia religiosa, numa obra do pintor Sergius Erdelyi.

Chácara Rauth – Capril Campo Alto

É especializada em criação de cabras e na produção dos derivados do leite de cabra. Para os interessados, o Capril Campo Alto oferece cursos técnicos de criação e escola de queijos e derivados. As cabras são das raças saanen, boer, anglonubiana, e tojembourg .A chácara também possui trilhas na mata e tanques para pesca. Localiza-se na BR 376, km 650. Informações Tel. (0xx41) 9972-9297 com o senhor Marco Pólo. Horário de visitaçã: sábados e domingos com hora marcada.

Áreas de Lazer - Pesque Pague

Pesque e pague São Pedro
PR 281, km 19 Tel. (0xx41) 629-1778
Horário de atendimento: diariamente das 8h às 18h

Hospedagem

Hotéis
Hotel La Dolce Vita
PR 281, km 635 Tel. (0xx41) 634 1214 / 634-1220
e-mail: ladolcevida@hotelladolcevida.com.br home page: www.hotelladolcevida.com.br

Pousada Villa Passaredo

Estrada do Rio Abaixo, km 2 Tel. (0xx41) 352-7303 / 629-1515
e-mail: villapassaredo@netpar.com.br home page: www.villapassaredo.com.br

Alimentação

Restaurantes

Restaurante e Pizzaria D Jango
Rua Jorge Leprevost, 561 Tel. (0xx41) 629-1338
Horário de atendimento: diariamente das 11h30 às 14h30

Serviços

Hospitais

Hospital Nossa Senhora das Dores
Rua Deputado João Leopoldo Jacomel, 37. Tel. (0xx41) 629-1122

Posto de Saúde

Rua XV de Novembro, s/nº Tel. (0xx41) 629-1382

Bancos

Banco do Brasil
Avenida Presidente Médici, 403 Tel. (0xx41) 629-1201

Artesanato

Departamento de Promoção e Assistência Social
Rua XV de Novembro, 1458 Tel. (0xx41) 629-1674
Horário de atendimento: de segunda-feira a sexta-feira das 8h30 às 11h30 e das 13h30 às 17h

Informações Turísticas

Prefeitura Municipal

Departamento de Educação, Cultura, Esporte e Turismo
Rua XV de Novembro, 1458 Tel. (0xx41) 629-1186
e-mail: pmtis@softone.com.br home page: www.tijucasdosul.pr.gov.br

CONCLUSÕES

Faço os resultados obtidos pode se concluir que:

O planejamento turístico regional exige coordenação cuidadosa entre os setores públicos e privados. Para dar ênfase no planejamento do desenvolvimento do turismo integraram-se o manejo florestal como um dos futuros projetos, a favor de novos planos de desenvolvimento de forma flexíveis e com capacidade de responder os anseios da comunidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIA

- _____. **História do Paraná**. 4ª. Ed.. Curitiba: Editora Gráfica Vicentina Ltda. 1977.
- _____. **Vivat Floresta Sistemas Ecológicos *protector naturae***. Tijucas do Sul, PR. PUCPR 2003, 61p.
- CHACEL, F. M. **O Inventário do planejamento da paisagem**. In: Recursos Naturais , Meio Ambiente, Poluição. Rio de Janeiro : IBGE, pp. 47-53, 1977.
- DELEFFE, D. **Caminho do Piabiru é redescoberto**. (Gazeta do Povo, Curitiba, 24 nov. 2003).
- MAACK, K. **Geografia Física do Paraná**. Curitiba, PR. Banco do Desenvolvimento do Paraná/Universidade Federal do Paraná. 1968.
- MOUREIRA, J. E. **Caminho das Comarcas de Curitiba e Paranaguá**. Curitiba: Imprensa Oficial do Estado, 1975.
- SÁ, ROSANA B. VIANA DE.; **A Imagem do Brasil no turismo: construção, desafios e vantagem competitiva**. São Paulo: Aleph, 2002.
- SILVA, LAURO LEAL DA. **Ecologia e manejo de áreas silvestres**. MMA, FNMA, FATEC, 1996.
- SILVEIRA, M. A. T. (2002). **Turismo, Políticas de ordenamento territorial e desenvolvimento**. Um foco no Estado do Paraná no contexto regional. São Paulo: FFLCH/USP, Tese de Doutorado.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN, 1977, 91p.

A PAISAGEM DA APA GAMA CABEÇA-DE-VEADO, BRASÍLIA

THE LANDSCAPE OF THE CONSERVATION UNIT GAMA CABEÇA-DE-VEADO AT BRASÍLIA

Edgar G. B. Machado¹ Felipe L. P. Lago² José Imaña Encinas³

RESUMO

Em uma imagem do satélite Landsat foi realizado o correspondente geoprocessamento para identificar os elementos ou uso do solo da paisagem de 23.650 ha pertencentes a Área de Preservação Ambiental Gama Cabeça-de-Veado, localizada no Distrito Federal. Foi possível determinar as superfícies ocupadas na APA e na sua zona de amortecimento de uma faixa circundante de 10 Km, em sete categorias preestabelecidas: matas 7,68%, cerrado 15,59%, campos 18,66%, área agrícola 29,15%, área urbana 24,45%, reflorestamento 1,34% e solo exposto 0,43%.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, unidades de conservação, cerrado, uso do solo.

ABSTRACT

Using a Landsat image, it was possible to identify the landscape units of the conservation unit Gama Cabeça-de-Veado on 23,650 ha and their 10 km buffer zone, located in the Federal District of Brazil. The land use units has been classified 7.68% as forest, 15.59% as savanna, 18.66% as fields, 29.15% as agriculture, 24.45% as urban areas, 1.34% as forest plantation and 0.43% as naked soil.

Key words: remote sensing, conservation units, savanna, land use classification.

INTRODUÇÃO

O Distrito Federal ocupa uma área de 5.814 Km² na região Centro-Oeste. A totalidade de seu território está localizado na área nuclear do bioma Cerrado. No Distrito Federal, junto a cidade de Brasília está localizada a Área de Preservação Ambiental (APA) Gama Cabeça-de-Veado. Esta APA foi criada pelo Decreto nº 9.417, de 21 de abril de 1986, e regulamentada pelo Decreto nº 23.238 de 24 de setembro de 2002. Seu objetivo visa à proteção dos mananciais hídricos da bacia dos Ribeirões Gama e Cabeça-de-Veado, assim como a preservação da biodiversidade nela existente e a manutenção das atividades de pesquisa de longa duração ali conduzidas. A APA localiza-se na região centro-sul do DF (Figura 1), abrangendo uma área de 23.650 ha, inserida integralmente na região núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado (UNESCO, 2003).

A APA Gama - Cabeça-de-Veado está composta pelas zonas de vida silvestre e as áreas de uso direto (zona tampão), onde está permitido desenvolver atividades antrópicas de baixo impacto ambiental. Na área da APA estão localizadas a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Capetinga-Taquara e as Estações Ecológicas do IBGE, da Universidade de Brasília e do Jardim Botânico de Brasília. Além dessas áreas estão inseridas o Setor Habitacional das Mansões Park Way e os Núcleos Rurais da Vargem Bonita e do Córrego da Onça, áreas onde os usos humanos estão condicionados a específicas regras de manejo, a fim de atender os objetivos da Reserva da Biosfera do Cerrado (UNESCO, 2003). Desta maneira, esta APA apresenta áreas peculiares que compõem um conjunto de unidades de diferentes categorias de uso e conservação ambiental.

O geoprocessamento tornou-se hoje tecnologia indispensável para o planejamento, gestão e manejo dos recursos naturais renováveis, e através do sensoriamento remoto é possível obter dados que permitem a análise da estrutura da paisagem. Para tanto, o objetivo da classificação dos pixels, é segundo Crósta (1992), o de distinguir e identificar as composições dos diferentes materiais superficiais, sejam eles tipos de vegetação, padrões de uso do solo, e outros, no sentido de relacionar o nível de estratificação temática com o algoritmo classificatório a partir da probabilidade de um determinado ponto possa pertencer a uma classe pré-estabelecida (Meneses, 1995).

Ecologia da Paisagem

As questões ambientais, em geral, extrapolam as áreas de atuação de setores do conhecimento, onde as relações do meio-ambiente e sua dinâmica requerem de uma visão integrada dos aspectos físicos, ecológicos, biológicos além dos fatores sociais, econômicos e políticos. A paisagem é, portanto uma unidade de área heterogênea composta

¹ Aluno de graduação do curso de Engenharia Florestal da UnB.

² Aluno de mestrado do programa de pós-graduação do Departamento de Engenharia Florestal da UnB.

³ Professor do Depto. de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, 70919-910 Brasília, DF

por sub-unidades interativas mais ou menos homogêneas. No enfoque destas características, a ecologia da paisagem procura identificar e interpretar mudanças em grande escala e seus efeitos ecológicos no padrão espacial dos ecossistemas (Turner, 1989).

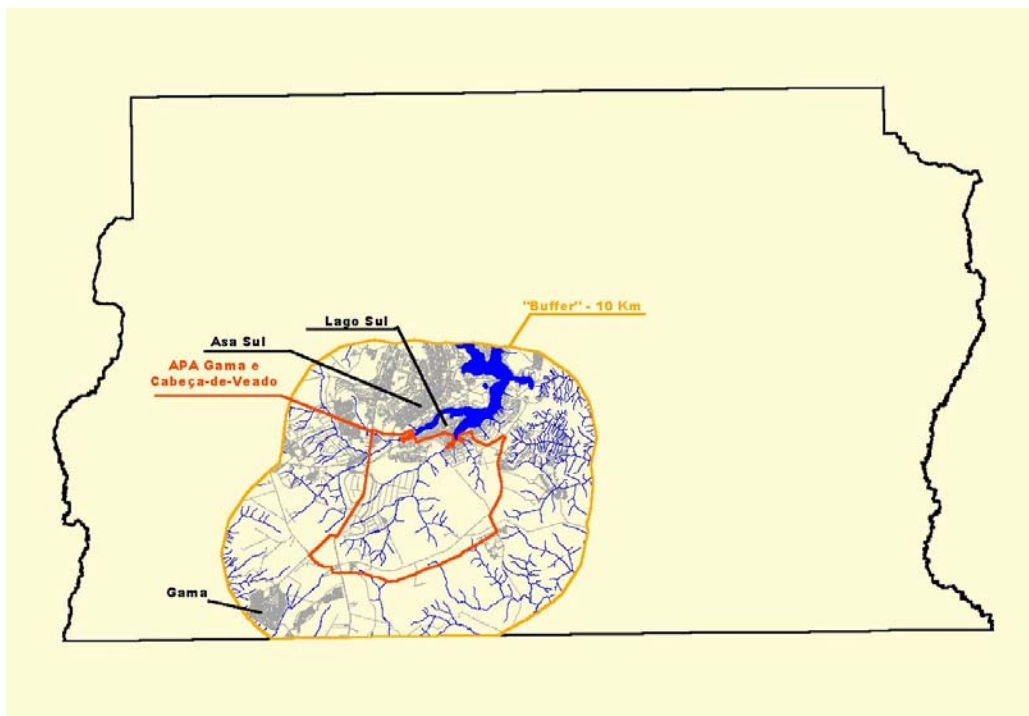


FIGURA 1: Localização da APA Gama - Cabeça-de-Veado e respectiva área de amortecimento, no Distrito Federal

Fatores antropogênicos são explicitamente incluídos no reconhecimento do potencial do homem em influenciar a estrutura e função da paisagem. Ao ocorrer um processo antrópico de fragmentação do habitat, certamente se desenvolve uma ruptura da continuidade das unidades da paisagem (Lord e Norton, 1990), resultando em mudanças na composição e diversidade das comunidades. Assim, a diversidade da paisagem tem basicamente por origem as descontinuidades ambientais e o regime de perturbação natural e antrópico.

Na análise do geoprocessamento em imagens de satélite, estas características são visíveis em um padrão de manchas, que geram os diferentes processos de interpretação em varias escalas temporais e espaciais (Urban *et al.*, 1987). Estes conceitos são convenientes para a aplicação no geoprocessamento, pois será através do mapeamento desses padrões e da análise de suas relações espaciais, obtidas das formas cartográficas de mapas armazenados em um SIG, que buscar-se-á não só caracterizar distintas paisagens, mas também desvendar os processos de que resultaram (Filho, 1998). Os elementos da paisagem são definidos por Forman e Godron (1986) como os elementos ou unidades ecológicas básicas que possuem relativa homogeneidade, não importando se eles são de origem natural ou humana.

O presente trabalho teve como objetivo classificar em imagens de satélite, elementos homogêneos da paisagem da APA Gama – Cabeça de Veado, localizada no Distrito Federal, a fim de discriminar correspondentes categorias de uso do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no laboratório de geoprocessamento da empresa Greentec – Tecnologia Ambiental, em Brasília. Para a elaboração da base cartográfica, foram utilizados os arquivos vetoriais do Sistema Cartográfico do Distrito Federal, folhas número 19, 20, 21, 22, 28, 29, 30, 31, 37, 38, 39 e 40. A partir delas extraiu-se os arquivos referentes à hidrografia, curvas de nível, e vias de acesso, todos na escala de 1:25.000

A área da APA Gama - Cabeça-de-Veado e seu entorno foi extraída da imagem LANDSAT 7 – ETM do Distrito Federal, utilizando-se o SIG Arc View 3.2, módulo Image Analysis. Foi utilizada uma zona buffer de 10 Km ao redor da poligonal da APA para avaliação de sua zona de amortecimento (Figura 3).

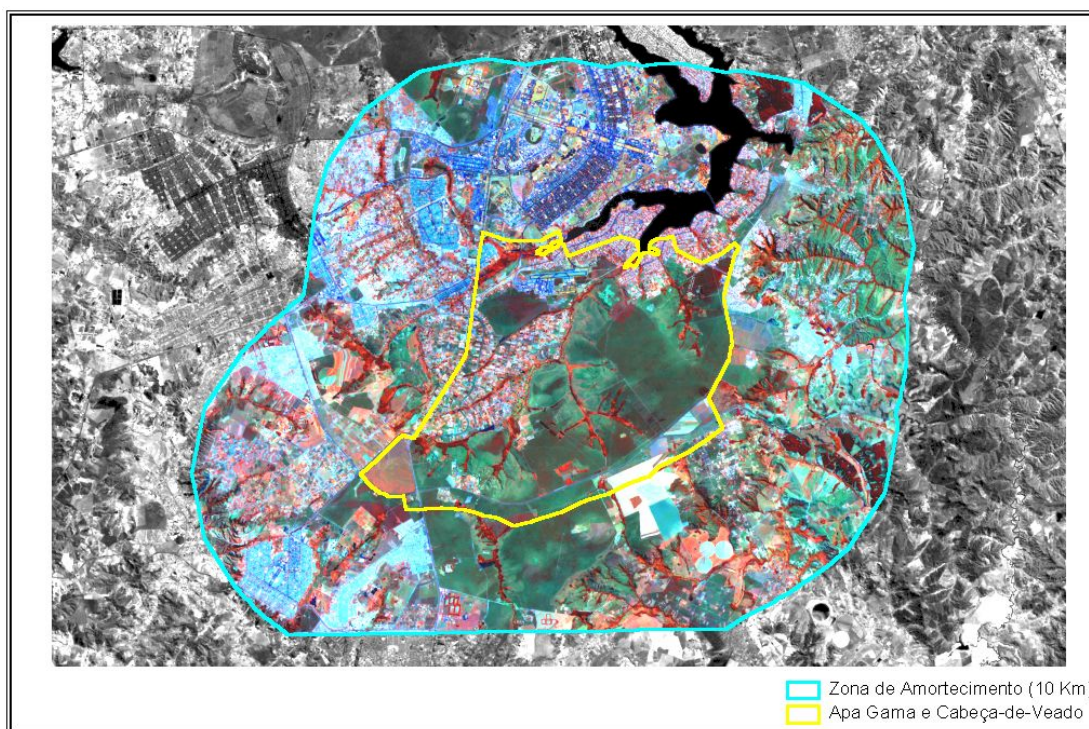


FIGURA 3: Carta-Imagem da área de estudo, composição colorida das bandas 453-RGB.

Utilizou-se como referência para o mapeamento do uso do solo, o mapa de uso do solo e vegetação do Distrito Federal do ano de 2001, publicado pela UNESCO (2003). O mapa foi gerado pelo processo de classificação automática supervisionada utilizando-se o algoritmo de máxima verossimilhança. Optou-se pela seguinte legenda: **Mata**, formações florestais (mata de galeria, mata mesofítica, mata de encosta e cerradão); **Cerrado**, formações savânicas de cerrado típico, cerrado denso, cerrado ralo e campo cerrado; **Campo/Pastagem**, formações com extrato predominantemente herbáceo de caráter natural ou antropizado; **Área Urbana**, áreas urbanas consolidadas; **Área Agrícola**, áreas ocupadas por culturas intensivas, áreas irrigadas, e chácaras; **Solo Exposto**, áreas sem nenhuma cobertura, com exposição direta do solo às intempéries; **Reflorestamento**, áreas com plantio homogêneo de *Pinus* e *Eucalyptus*; **Corpos d'água**, espelho d'água formado pelo Lago Paranoá.

A edição do mapa base foi realizada sobre a imagem LANDSAT 7 – ETM referente ao ano de 2002, na escala de 1:70.000. A atividade supervisionada efetuou-se por saídas de campo a pontos preestabelecidos com o objetivo de avaliar os resultados da etapa de edição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado foram gerados mapas na escala 1:100.000 referentes ao uso do solo e vegetação e ao nível de interferência antrópica na área da APA.

A edição vetorial realizada sobre o mapa de uso do solo e vegetação do ano de 2001 se apresenta na Figura 4, referente ao mapa de uso do solo e vegetação para a área de estudo correspondente ao ano de 2002. A quantificação das áreas, em termos relativos, é apresentada na Figura 5.

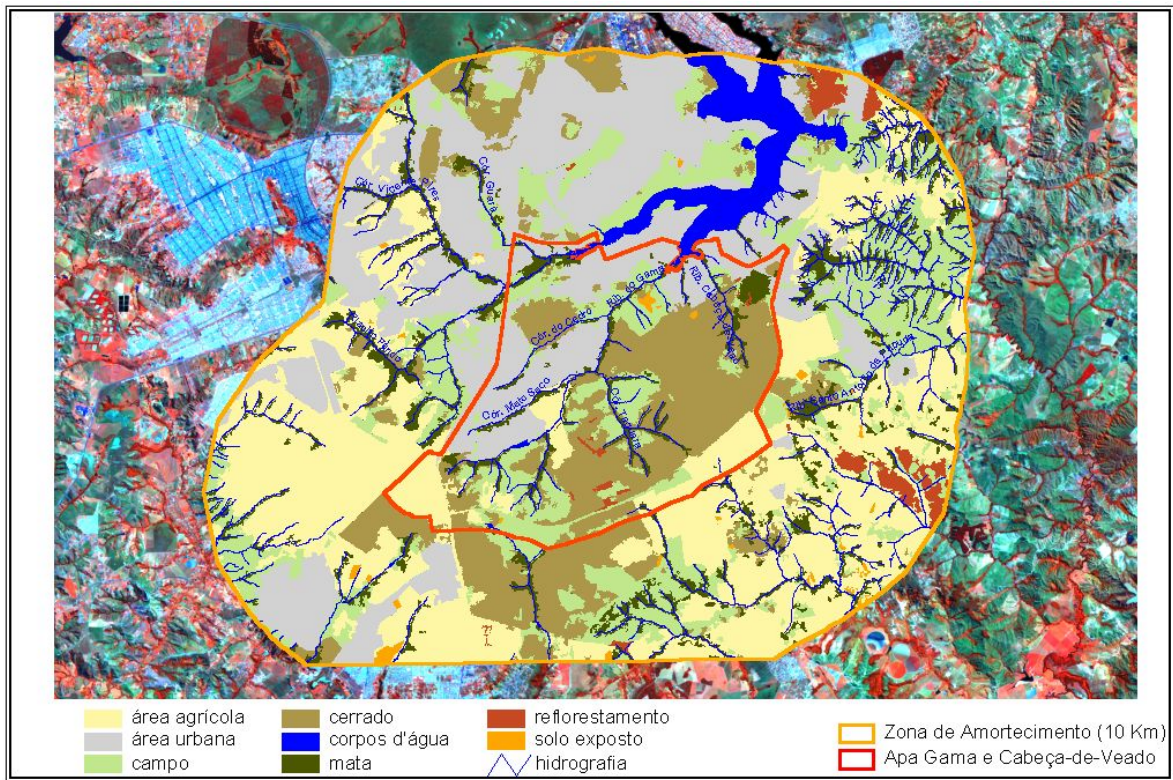


FIGURA 4: Mapa de uso do solo e vegetação referente ao ano de 2002.

Pela observação dos resultados pode-se afirmar que a maior superfície da APA foi classificada como áreas agrícolas, caracterizadas por múltiplas atividades desse setor que vem contribuindo para o aumento da pressão antrópica principalmente na zona de amortecimento da APA. Pode-se observar, que as classes referentes às paisagens naturais, especificamente a classe cerrado, encontram-se predominantemente no interior da zona núcleo da APA.

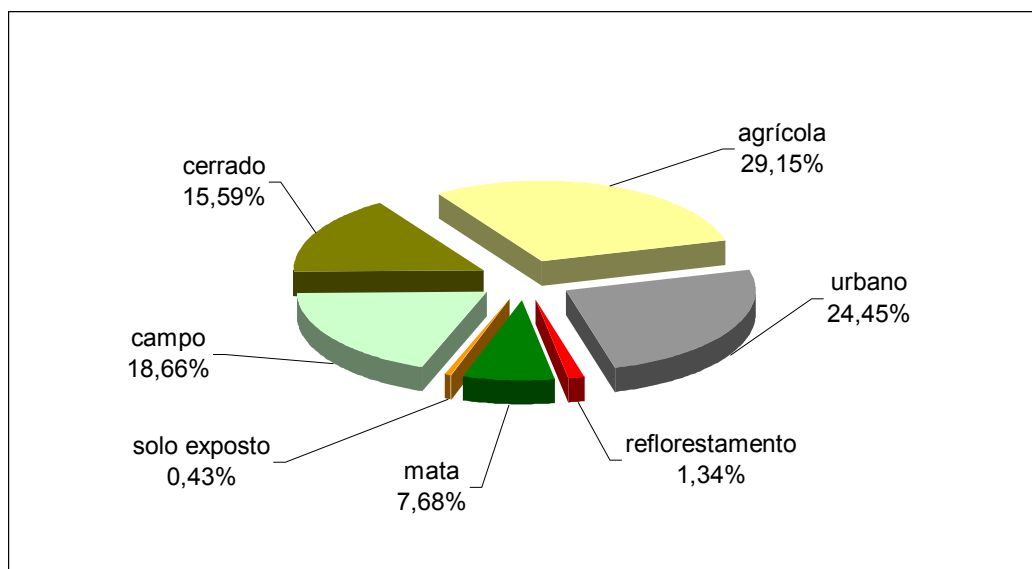


FIGURA 5: Distribuição das classes de vegetação e uso do solo.

Dentre as fitofisionomias que ocorrem na APA, podemos destacar o Cerrado *sensu strictu* como sendo a predominante, ocorrendo sobre Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro. Esta fisionomia está desaparecendo com rapidez do entorno da APA, tendo em vista as boas condições físicas do solo para abrigar construções civis e outras atividades humanas. Apesar de deter parcela significativa da vegetação nativa remanescente do Distrito Federal, o processo de ocupação do solo, especialmente na zona de amortecimento da APA, exerce grande pressão sobre os

recursos naturais ali presentes. Na APA Gama - Cabeça-de-Veado e em sua zona tampão ocorrem atividades antrópicas recorrentes da queima de lixo de residências e jardins e de ocupação irregular até as bordas dos córregos.

Pelos resultados obtidos pode-se afirmar que a paisagem da área de estudo caracteriza-se por uma elevada entropia (alta diversidade).

Se destaca que as regiões localizadas na área tampão da APA, apresentam valores de média a baixa diversidade espacial, devido certamente ao padrão de ocupação do solo, chácaras e ampla disseminação de núcleos urbanos. Em relação às áreas naturais mostram-se locais de alta diversidade espacial com consistentes e bem estruturados remanescentes de vegetação nativa. Este fato considera de que estas áreas desempenham papel importante do ponto de vista da conservação da cobertura vegetal natural do Distrito Federal.

CONCLUSÕES

O mapa de uso e ocupação do solo revelou que todo o perímetro da APA Gama - Cabeça-de-Veado a sua zona de amortecimento apresentam usos caracterizados pela alteração das condições naturais do ambiente.

A utilização do índice de diversidade espacial demonstrou a possibilidade de análise da diversidade da paisagem. A área da APA apresentou grande diversidade de paisagem.

Do ponto de vista da diversidade espacial, as paisagens alteradas apresentaram elevados índices de diversidade, ao passo que as paisagens naturais mostraram maior homogeneidade, indicando menor fragmentação.

BIBLIOGRAFIA CITADA

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: 1992.

FILHO, B. S. S.; **Análise da paisagem: fragmentação e mudanças**. 1998.

FORMAN, R. T. T.; GORDRON, M. **Landscape ecology**. New York: Willey, 1996.

LORD, J. M.; NORTON, D. A. Scale and spatial conception of fragmentation. **Conserv. Biol.** v.4, p.197 – 202. 1990.

TURNER, M. G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, n.20, p.171-197. 1989.

UNESCO. Subsídios ao zoneamento da APA Gama Cabeça-de-Veado e Reserva da Biosfera do Cerrado; caracterização e conflitos sócio-ambientais. Brasília: 2003.

EQUAÇÕES VOLUMÉTRICAS PARA UMA PLANTAÇÃO DE *Eucalyptus urophylla* DESTINADA A PRODUÇÃO DE LENHA

WOOD VOLUME EQUATIONS FOR A *Eucalyptus urophylla* PLANTATION ORIENTED TO FIREWOOD PRODUCTION

Otacílio Antunes Santana¹ José Imaña Encinas²

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi ajustar dados dendrométricos, DAP e altura total, para uma equação volumétrica em uma plantação de *Eucalyptus urophylla*, destinada à produção de lenha. De sete modelos testados, o de Hohenadl-Krenn ($v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$) obteve a maior confiabilidade estatística, e apresentou o melhor ajuste para o volume de madeira na plantação estudada. A expressão matemática da regressão foi: $y = 21,5461 + 4,4448 \cdot d + 0,2247 \cdot d^2$. De 50 a 100 dados de campo, interpretaram plenamente o n amostral.

Palavras-chave: Mensuração florestal, volumetria; variável dendrométrica, número de árvores

ABSTRACT

The objective of this work was to adjust dendrometrical data to a volume equation to be use in a *Eucalyptus urophylla* plantation, in cut point for firewood production. The Hohenadl-Krenn model ($v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$) shows a good statistical reliability and it presented better adjustment for the regression: $y = 21,5461 + 4,4448 \cdot d + 0,2247 \cdot d^2$. 50 to 100 field data seems to be the better number of "n" population plots.

Key words: Forest mensuration, volume equations, dendrometrical variavel, number of trees.

INTRODUÇÃO

A necessidade de dispor de uma ferramenta simplificada que permita a obtenção de valores precisos da existência do volume de madeira de uma espécie é vital para a planificação da gestão das massas florestais e para sua ordenação sustentável. Em áreas de reflorestamentos industriais qualquer sistema de manejo florestal requerirá da estimação precisa dos estoques de madeira correntes e futuros, seja para produção de celulose, carvão ou lenha. Uma destas ferramentas utilizadas nas estimativas e prognoses de produção madeireira é o emprego de equações volumétricas, constituindo um procedimento eficiente para a quantificação da produção em volume de um povoamento florestal (Parent, 2003).

Atualmente existem empresas florestais que utilizam variáveis dendrométricas de fácil coleta, como o diâmetro à altura do peito e altura da árvore associada a equações volumétricas para estimar o correspondente volume da população ou área em questão. Equações volumétricas também são utilizadas para obter o volume otimizado de corte da produção de madeira (Couto & Bastos, 1987).

Especial atenção tem sido dada à avaliação dos limites de aplicação das equações de volume os quais estão associados a variações decorrentes do sítio correspondente. Dentre as técnicas estatísticas aplicadas para a comparação a eficiência das equações volumétricas, destaca-se a utilização de variáveis "dummy", análise de covariância, teste de paralelismo e coincidência, teste de identidade de modelos, e análise de grupamentos (Landsberg *et al.*, 2001).

Por outro lado, pouca atenção tem sido dada à estimativa do número mínimo de árvores a ser empregado na determinação das equações de volume. A falta de estudos neste sentido tem conduzido à utilização de um número muito variável de árvores para este propósito (Leite & Regazzi, 1992).

Uma espécie de eucalipto muito utilizada para a produção de madeira destinada para celulose, carvão e lenha, é o *Eucalyptus urophylla*, que apresenta facilidade do manejo nos tradicionais programas de melhoramento genético e da clonagem, adaptando-se a diferentes sítios florestais. Na região Centro-Oeste é possível encontrar vários reflorestamentos industriais com esta espécie.

O objetivo deste trabalho foi ajustar dados dendrométricos a uma equação volumétrica em uma plantação de *Eucalyptus urophylla*, em ponto de corte para produção de lenha, e mostrar a influência do número de dados amostrais na equação pertinente.

¹ Aluno da Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, Caixa Postal 04357, 70919-970 Brasília, DF. E-mail: otacilio@catholic.org

² PhD, Professor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília. E-mail: imana@unb.br.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Os dados foram coletados em uma plantação de *Eucalyptus urophylla* da empresa Brasil Verde Agroindústria, situada no município de Ipameri, GO (16° 11' 40" S e 47° 19' 45" W - SAD'69). A plantação se encontrava em ponto de corte para produção de lenha. Deve-se salientar que a empresa Brasil Verde está atualmente utilizando ciclos de corte de três anos, com orientação exclusiva de produção de madeira para lenha.

Para obter o volume de madeira em m³, foram coletadas as variáveis dendrométricas, DAP com casca, e altura total, em 1545 árvores de *Eucalyptus urophylla*. O DAP c/c foi medido com uma suta de 80 cm, e a altura total determinada por um hipsômetro Haga a 15 m de distância da árvore. Em um dos talhões destinados ao corte da madeira, foram alocadas aleatoriamente 11 parcelas temporárias de 20x50 m. Em um espaçamento de 3x2 m foram encontrados aproximadamente 150 árvores por parcela, distribuídas em 6 fileiras de 25 árvores.

Seleção da melhor equação

Modelos de simples e dupla entrada de dados dendrométricos foram selecionados da literatura nacional (Couto & Bastos, 1987; Leite & Regazzi, 1992; Carcasés *et al.* 2003; Oderwald & Popescu, 2003; Parent, 2003). Foram escolhidas 16 equações volumétricas, que estão descritas nas Tabelas 1 e 2. A seleção da equação resultante dos ajustes dos modelos testados, se baseou considerando o maior coeficiente de determinação (R²) apresentado, e menor erro padrão de estimação (Lees & Parker, 2003).

Tendo em conta que se utilizaram modelos com e sem transformações logarítmicas, foi necessária a determinação do Índice de Furnival (Landsberg & Waring, 2003) que foi calculado pela seguinte expressão matemática:

$$IF = s_x \cdot \text{anti log} \left[\left(\sum \log f'(y) x^{-1} n^{-1} \right) \right]$$

Onde: s_x é o erro padrão da estimação; e

$f'(y) x^{-1}$ a derivada da transformação das variáveis correspondentes.

O interesse primordial do processo de validação foi assegurar que os resultados sejam generalizados à população em questão, e que não fossem específicos da amostra utilizada para a estimação (Souter, 2003). A validação utilizada neste trabalho considerou as técnicas estatísticas de análise de resíduos entre os valores estimados pelo modelo e os dados para sua construção.

A qualidade da estimação foi calculada da seguinte forma (Prodan *et al.*, 1997):

$$1) \text{ Erro médio absoluto, } (EM) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (vi - \bar{vi})$$

$$2) \text{ Erro médio absoluto percentual (\%), } (EMa) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[100 \left(\frac{vi - \bar{vi}}{\bar{vi}} \right) \right]$$

$$3) \text{ Desvio global, } DG\% = \frac{\sum_{i=1}^n vi - \sum_{i=1}^n \bar{vi}}{\sum_{i=1}^n \bar{vi}} \cdot 100$$

Onde, vi = volume individual de cada árvore na amostra, \bar{vi} = volume médio estimado da árvore na parcela e n = número de árvores.

Influência do “n” amostral na equação

A partir da equação selecionada, foram ajustados os dados com número de árvores de 50, 100, 150, 200, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500 e 1545, a fim de observar o valor de F e o nível de significância da ANOVA da regressões correspondentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 1 e 2 mostram as medidas de precisão do ajuste dos dados com a equação. Não houve muito padrão, em alguns trabalhos ficam claro que as equações com o maior número de variáveis independentes, têm melhores medidas de precisão em relação às equações com poucas (Bullock & Burkhardt, 2003; Garber & Maguire, 2003; Sands & Landsberg, 2002), o que não é notado neste trabalho. Os modelos que melhor responderam ao ajuste foram o 3, 8, 15 e 16, não havendo uma relação clara entre eles.

TABELA 1: Modelos de simples entrada de dados, com as medidas de precisão

Autor	Modelo	R ²	S _x	IF
Kopezky-Gehrhardt	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2$	0,77	0,49	0,54
Dissescu-Meyer	$v = \beta_1 d + \beta_2 d^2$	0,73	0,26	0,23
Hohenadl-Krenn	$v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$	0,98	0,06	0,01
Berkhout	$v = \beta_0 d^{\beta_1}$	0,59	0,78	0,45
Hummel	$\log v = \beta_0 + \beta_1 \log d$	0,71	0,13	0,33
Brenac	$\log v = \beta_0 + \beta_1 \log d + \beta_2 \frac{1}{d}$	0,75	0,57	0,60
Hummel	$v = \beta_0 + \beta_2 g$	0,66	0,63	0,19

Onde: R² = coeficiente de determinação, S_x = erro padrão de estimação, IF = índice de Furnival, $\beta_0, \beta_1 e \beta_2$ = coeficientes das variáveis; d = diâmetro; g = área basal.

Entre os modelos testados foi selecionado o que apresentou o melhor ajuste, expresso pelo modelo linear de Hohenadl-Krenn, que apresentou um coeficiente de determinação (R² = 98%), baixo erro padrão residual (S_x = 0,06).

A equação do ajuste para os dados analisados foi:

$$y = 21,5461 + 4,4448 \cdot d + 0,2247 \cdot d^2$$

A análise de variância (Tabela 2) mostrou a qualidade do ajuste para a equação, com uma alta significância estatística entre as variáveis independentes (DAP e altura total) e a variável dependente (volume), consequentemente o valor de F calculado foi bastante maior que o tabelado.

TABELA 2: ANOVA da regressão na equação $v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$ (Hohenadl-Krenn)

FV	GL	SQ	QM	F
Regressão	2	50396087,36	25198043,68	8982,38
Resíduo	1542	2067487,283	2805,274467	
		52463574,64		

Onde: FV = fonte de variação, GL = graus de liberdade, SQ = soma dos quadrados, QM = quadrado médio, F = valor de F

TABELA 3: Modelos de dupla entrada de dados, e suas medidas de precisão

Autor	Modelo	R ²	S _x	IF
Spurr	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 h$	0,81	0,12	0,26
Schumacher-Hall	$v = \beta_0 d^{a_1} h^{a_2}$	0,69	0,77	0,77
Honner	$v = \frac{d^2}{\beta_0 + \beta_1 \frac{1}{h_1}}$	0,68	0,14	0,55
Ogaya	$v = d^2 (\beta_0 + \beta_1 h)$	0,65	0,01	0,51
Stoate	$v = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 h$	0,70	0,63	0,20
Naslund	$v = \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 d h^2 + \beta_4 h^2$	0,76	0,19	0,44
Takata	$v = \frac{d^2 h}{\beta_0 + \beta_1 d}$	0,69	0,75	0,34
Spurr	$\log v = \beta_0 + \beta_1 \log(d^2 h)$	0,80	0,11	0,19
Meyer	$\log v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \beta_3 d h + \beta_4 d^2 h + \beta_5 h$	0,81	0,28	0,11

Onde: R² = coeficiente de determinação, S_x = erro padrão de estimação, IF = índice de Furnival, $\beta_0, \beta_1 e \beta_2$ = coeficientes das variáveis; d = diâmetro; h = altura.

Nos modelos volumétricos desenvolvidos em função de valores de DAP e altura total, responderam melhor aqueles quando se aplicaram transformações logarítmicas das variáveis.

Ao realizar a verificação dos principais supostos da regressão mediante uma análise gráfica dos resíduos (Figura 1), se observa nela uma boa distribuição dos pontos, a ambos lados da linha zero, cumprindo assim os requisitos de normalidade e homogeneidade da variação para interpretar a análise de regressão.

A qualidade das estimações obtidas mediante o processo de validação foi de $EM = 0,048$; $Em\% = 8,57$ e um $DG = 6,99$. Como se observa os erros absolutos são baixos e o desvio global é menos que 10% satisfazendo os requerimentos para este trabalho e aporta acuidade nas estimações do volume total como objeto de estudo.

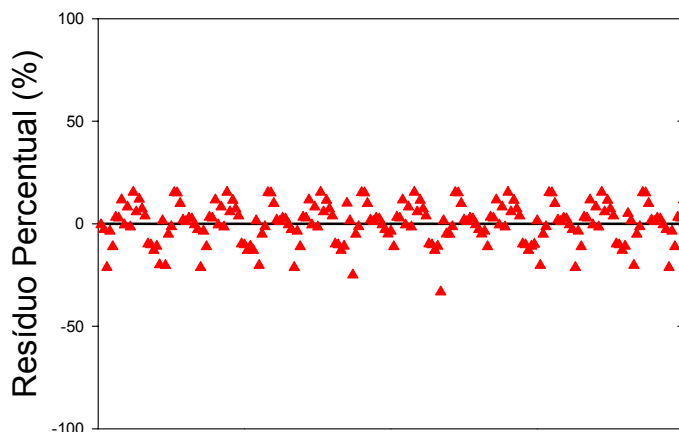


FIGURA 1: Representação Gráfica dos Resíduos (variável dependente = volume).

Com os resultados referentes à aplicação da ANOVA da regressão da equação (Tabela 4), se verifica uma nítida tendência do decréscimo nos valores calculados de F à medida que aumenta o número de árvores empregadas para o ajuste dos modelos, ou seja, com a maior coleta de um número maior de dados diminui o nível de significância do modelo ajustado para os dados, apesar de não diferir estatisticamente, corroborando com as análises realizadas por Imaña-Encinas *et al* (2004).

TABELA 4: Número de árvores estudadas, estimativas dos parâmetros dos dados na equação $v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$ (Hohenadl-Krenn) e F da ANOVA.

Nº de árvores	Estimativas dos parâmetros			
	β_0	β_1	β_2	F
50	20,9845	5,0012	0,1051	9115,23**
100	21,4987	4,8541	0,1996	9478,26***
150	21,5111	4,1785	0,1987	9167,44**
200	21,4995	4,4411	0,2147	9123,14***
250	21,3459	4,4257	0,2111	9275,63**
500	21,5474	4,4532	0,2300	9011,17**
750	21,4789	4,7501	0,2189	9072,36**
1000	21,5001	4,2230	0,1789	8998,60**
1250	21,5321	4,5796	0,2147	8996,54*
1500	21,5147	4,3526	0,2125	8999,97**
1545	21,5461	4,4448	0,2247	8982,38**

* 0,05 <p<0,025; **0,025<p<0,001; ***p<0,000

CONCLUSÕES

Das 16 equações testadas, o modelo de Hohenadl-Krenn ($v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$) foi o que mostrou maior confiabilidade estatística e apresentou melhor ajuste para o volume de madeira em pé na plantação de *Eucalyptus urophylla* estudada, representada com o a expressão matemática:

$$y = 21,5461 + 4,4448 \cdot d + 0,2247 \cdot d^2.$$

A análise com um número excessivo de dados não significou em melhor ajustamento da equação, do que um número razoável de dados entre 50 a 100, que parece ser bastante representativo de “n” amostral para estimar o volume da população em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BULLOCK, B.P.; H.E. BURKHART. Equations for predicting green weight of Loblolly Pine Trees in the South. *Southern Journal of Applied Forestry* v.27, n.3, p.153-159. 2003.
- CARCASÉS, E. G. M.; PEREIRA, A.; RIOS, N. A. Tabla de volumen para *Buchenaria capitata* Vahl. *Quebracho* v.10, p.76-82. 2003.
- COUTO, H. T. Z.; BASTOS, N. L. M. Modelos de equações de volume e relações hipsométricas para plantações de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo. *IPEF*, n.37, p.33-44, 1987.
- GARBER, S.M.; D.A. MAGUIRE. Modeling stem taper of three central Oregon species using nonlinear mixed effects models and autoregressive error structures. *Forest Ecology and Management*, n.179, p.507-522. 2003.
- IMAÑA-ENCINAS, J.; SANTANA, O. A.; BALDUINO, A. P. C.; MATSUNAGA A. T.; CARLOS A. F. DANTAS, C. A. F., *et al.*. Variação diamétrica dentro de parcelas em uma plantação de *Eucalyptus urophylla* para produção de lenha. In: 3º Simpósio Brasileiro de Pós Graduação em Engenharia Florestal e 1º Encontro Amazônico de Ciências Florestais. Manaus, 2004. p:244-245.
- LANDSBERG, J.J., JOHNSEN, K.H., ALBAUGH, T.J., ALLEN, L., MCKEAND, S.E. Applying 3-PG, a simple process-based model designed to produce practical results, to data from loblolly pine experiments. *For. Sci.* n;47, p.43-51. 2001.
- LANDSBERG, J.J.; WARING, R.H. Top-down models and flux measurements are complementary methods of estimating carbon sequestration by forest: illustrations using the 3-PG. In: Mencuccini, M., Moncrieff, J., McNaughton, K., Grace, J. (Eds.), *Forest at Land Atmosphere Interface*, Edinburg, Scotland: 304 p. 2003.
- LEE, G.S.; R.C. PARKER. Standing tree weight and volume tables for natural Loblolly Pine at the first delivery point. [online] Mississippi State University, Forest and Wildlife VolumeEquationsBiblio.doc © 2004, Timothy G. Gregoire, Yale University Research Center, Research Bulletin FO 222, 14 p. 2003.
- LEITE, H. G.; REGAZZI, A. J. Métodos estatísticos para avaliar a igualdade de equações volumétricas. *Revista Árvore*, v.16, n.1, p.59-71, 1992.
- ODERWALD, R.G; S. POPESCU. A simplified method of predicting percent volume in log portions. *Southern Journal of Applied Forestry* v.27, n.3, p.149-152. 2003.
- PARENT, D.R. A stand volume equation for cruising small-diameter material. *Journal of Forestry*, n.185, p.5-6. 2003.
- PRODAN, M.; P. PETERS, R; COX F. *Mensura forestal*. San José, Costa Rica: IICA, 1997. 586 p.
- SANDS, P.J.; LANDSBERG, J.J. Parameterisation of 3-PG for plantation grown *Eucalyptus globulus*. *For. Ecol. Manage.* n.163, p.273-292. 2002.
- SOUTER, L. Comparison of past, present, and future volume estimation methods for Tennessee. US Forest Service, Southern Research Station, Research Note SRS-12, 6p. 2003.

DETERMINAÇÃO DO FATOR DE CASCA PARA A FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM ESTÁGIO AVANÇADO DE REGENERAÇÃO NATURAL

DETERMINATION FACTOR OF BARK TO THE FOREST MIXED ARAUCARIA IN ADVANCED LEVEL OF NATURAL REGENERATION

Geedre Adriano Borsoi¹ Gabriel Berger² Juliana Fernandes Gomes² Doádi Antônio Brena³ Solon Jonas Longhi³

RESUMO

Foi realizado um estudo para determinar o fator de casca "K" e a porcentagem de casca existente para a Floresta Ombrófila Mista em estágio avançado de regeneração natural. Foram abatidas 40 espécies florestais em uma área de 7,5 hectares, totalizando 302 árvores. As espessuras de casca foram obtidas nos pontos onde foram tomados os diâmetros para cubagem do fuste comercial. Os resultados para K e porcentagem de casca para o estrato inferior foram de 0,95507 e 9,55 %, para o estrato médio foram 0,94756 e 11,65 %, para o estrato superior foram 0,94042 e 12,83 % e para a floresta foram 0,94558 e 11,63 %, respectivamente. O erro ponderado estimado para a floresta foi de 1,47 %, não ultrapassando 2,00 % nas estimativas para os estratos estudados. O uso do K foi eficiente nas estimativas dos diâmetros e do volume comercial sem casca (K^2) para a Floresta Ombrófila Mista.

Palavras-chaves: manejo florestal, volume, floresta de araucária.

ABSTRACT

A study was realized to determine the bark "factor K" and bark percentage to the Forest Mixed Araucaria advanced level of natural regeneration. They were abated 40 forest species in an area of 7,5 hectares, totaling 302 trees. The thicknesses of bark were obtained in the points where the diameters were taken for cube of the commercial shaft. The results for K and bark percentage for the inferior stratum were of 0,95507 and 9,55%, for the medium stratum they were 0,94756 and 11,65%, for the superior stratum they were 0,94042 and 12,83% and to the forest they were 0,94558 and 11,63%, respectively. The valuation weighed error for the forest it was of 1,47%, not exceeding 2,00% in the estimates for the studied stratum. The use of K were efficient in the estimates of the diameters and of the commercial volume without bark (K^2) to the Forest Mixed Araucaria.

Key words: forest management, volume, forest araucaria.

INTRODUÇÃO

Em inventários florestais realizados no Brasil, as estimativas são referentes aos volumes com casca. O volume sem casca é gerado a partir da cubagem dos troncos, os quais elevam os custos do inventário realizado, dificultando a determinação do volume de casca existente na floresta.

Porém, a comercialização da madeira geralmente está baseada nos volumes sem casca, tornando-se necessário conhecer o volume de casca a ser descontado. Esta diferença pode ser conhecida, quando se determina a porcentagem média de casca ou quando se determina um fator de casca (K^2), para a transformação do volume com casca para o volume sem casca. Este fator poderá ser permanente quando aplicado em condições semelhantes a qual foi gerado. Em florestas naturais pode-se citar o tipo florestal, o sítio, o estágio de regeneração natural, a espécie e a distribuição diamétrica existente.

Segundo Figueiredo Filho & Bernardi *apud* da Silva (1998) a determinação do volume de casca requer muito trabalho, o que leva o pesquisador a obter o volume de casca a partir de variáveis de fácil obtenção. A determinação do volume de casca torna-se importante para o real conhecimento do volume de madeira existente na floresta.

Devido, a isto, o objetivo desta pesquisa foi determinar um fator de casca médio existente na Floresta Ombrófila Mista em estágio avançado de regeneração natural.

¹ Engenheiro Florestal, M. Sc., Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFSM, CEP 97.119-970, Santa Maria –RS.

² Engenheiro (a) Florestal, Mestrando (a) do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal da UFSM, CEP 97.119-970, Santa Maria-RS.

³ Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105, Santa Maria, RS.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A determinação da espessura de casca e sua variação ao longo do tronco são de grande importância, pois dependendo da espécie florestal, dos objetivos da produção e da forma de comercialização da madeira é necessário descontar o volume de casca dos troncos. Espécies que apresentam seu valor econômico na casca, como é o caso da *Acacia mearnsii*, justifica-se a quantificação desta, para a sua comercialização (Finger, 1992).

Loestsch *apud* Da Silva *et al.* (1998), citando outros autores, que trabalharam com espécies florestais na Europa, explica como o comportamento da espessura da casca varia entre espécies e dentro de uma mesma espécie, mesmo em termos relativos da base para o topo.

Para Schreuder *apud* Da Silva *et al.* (1998), a espessura da casca varia de acordo com a espécie, constituição genética, condição de sítio, idade, tamanho, taxa de crescimento e a posição ao longo do tronco, decrescendo mais ou menos regularmente da base para o topo do tronco.

Alguns autores enfatizam que em muitas espécies a espessura de casca não aumenta com o aumento do diâmetro, porém para pequenos diâmetros o aumento da casca poderá ser de forma curvilínea.

Segundo Finger (1992), a medição da espessura de casca pode ser feita com a árvore em pé ou abatida. As medições geralmente são realizadas nas mesmas posições usadas para a cubagem rigorosa. Na operação deve-se obter a espessura de casca (e) pela soma das duas medições opostas, todas com precisão em milímetros. A obtenção da dupla espessura de casca dá-se pela diferença entre os diâmetros com e sem casca para cada secção.

O volume de casca aumenta com o diâmetro e com a idade, independente da altura da árvore, porém, a porcentagem de casca diminui à medida que aumenta o diâmetro da árvore. Isto ocorre porque o aumento na espessura da casca ou o aumento do diâmetro não são proporcionais ao aumento do volume da árvore, acarretando assim, a diminuição da porcentagem de casca. O volume de casca pode ser obtido diretamente pela subtração do volume com casca e sem casca.

O volume sem casca pode ser determinado facilmente pelo uso do fator de casca. Este fator é facilmente aplicável, fornecendo resultados suficientemente apurados para muitos propósitos.

O fator K, para transformação dos volumes sobre casca em volume sob casca é obtido pela razão do somatório dos diâmetros sem casca pelo somatório dos diâmetros com casca (Schneider, 1993).

Segundo o mesmo autor, os volumes sob casca são obtidos pela multiplicação do fator K ao quadrado pelos respectivos volumes sobre casca, ou seja:

$$V_{sc} = K^2 \cdot V_{cc}$$

Onde: K^2 = fator de casca ao quadrado; V_{sc} : volume sem casca; V_{cc} : volume com casca;

A porcentagem de casca é importante do ponto de vista florestal e industrial, onde muitas vezes, pode-se superestimar a produtividade na análise dos fustes de plantações florestais.

Para se obter a estimativa da porcentagem de casca ($V_b\%$), Finger (1992), descreve o uso da seguinte equação:

$$V_b (\%) = V_{cc} \cdot (1 - K^2) \cdot 100$$

MATERIAL E MÉTODO

O trabalho de pesquisa foi realizado na Fazenda Tupi, município de Nova Prata, RS, localizada na região nordeste do Estado. A propriedade possui 962 ha de área total, sendo 780 ha de Floresta Ombrófila Mista em estágios médio e avançado de desenvolvimento. Pertence a Paludo Agropecuária S.A., empresa do grupo VIPAL.

A altitude média do local é de 750 m, o solo da região é mediantemente profundo, variando de 1,5 a 2,0 m, moderadamente drenado, com textura argilosa e fortemente ácido. É classificado como Cambissolo húmico e Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico (Brasil, 1973).

O clima segundo Moreno (1961), é classificado por Köppen como Cfb, caracterizado como temperado, com temperatura do mês mais quente inferior a 22° C e a do mês mais frio entre -3° e 18°C, sendo a temperatura média anual inferior a 18,5°C. A precipitação média anual oscila entre 1750 e 2468mm, regularmente distribuída todo o ano.

A vegetação na região segundo Veloso *et al.* (1991), é do tipo fitogeográfico: Floresta Ombrófila Mista com o domínio de *Myrtaceae* e *Lauraceae* sub bosque e no extrato superior destaca-se as araucárias.

Foram abatidas 40 espécies florestais em uma área de 7,5 hectares, totalizando 302 árvores, distribuídas em três estratos: inferior, médio e superior.

As árvores foram cubadas pelo método de Smalian, onde se obteve os diâmetros nas seguintes posições do fuste: 0,30 m; 0,60; 1,30 e de metro em metro até o limite da altura comercial.

As espessuras de casca foram coletadas em dois pontos opostos da circunferência do fuste, nas posições usadas para a cubagem. Nestas posições, as espessuras foram tomadas com duas régua de precisão em milímetros. A primeira régua usava-se para ler a espessura de casca, enquanto a segunda tangenciava a parte externa do tronco, aumentando a visibilidade da leitura.

Neste trabalho, não foram testados os modelos para estimar a espessura de casca, descritos na Tabela 1. Pois, estes modelos não têm apresentado conforme a literatura boa precisão nas estimativas da espessura de casca. Portanto, optou-se por estimar o fator de casca para a conversão dos diâmetros e volumes com casca para sem casca.

As informações coletadas foram processadas para a determinação do fator de casca e para a porcentagem de casca em função dos volumes com e sem casca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação do fator de casca teve por objetivo, a conversão de diâmetros (K) e volumes (K²), com casca para valores sem casca.

Na Tabela 2, os valores dos fatores estão discriminados por estrato e para a floresta, permitindo identificar as estimativas percentuais dos erros e a porcentagem de casca para cada estrato.

TABELA 1: Valores dos fatores de casca, volumes comerciais, estimativas e porcentagem de casca por estrato e para a floresta.

Estrato	Fator de casca		Estimativas do Vrsc em função de K ²				
	K	K ²	Vrsc	Vesc	Est. (m ³)	Erro (%)	(%) de casca
Estr. Inf	0,95507	0,89787	4,26015	4,27687	0,01670	-1,03	9,55
Estr. Me	0,94756	0,89787	54,81127	55,29302	0,48175	-1,95	11,65
Estr. Sup	0,94042	0,88438	66,30252	66,33334	0,03083	-1,70	12,83
Floresta	0,94558	0,89413	125,3740	126,3203	0,94638	-1,47	11,63

Sendo: Vrsc = Volume observado sem casca; Vesc = Volume estimado, produto do volume observado com casca pelo fator K²; Est. (m³) = diferença entre o Vrsc com Vesc para o total; Erro (%) = erro médio ponderado;

Observando-se a Tabela 1, nota-se que assim como nos estratos e na floresta, há uma pequena superestimação do volume comercial sem casca, observado. O erro ponderado em porcentagem não chega a 1,5 % para a floresta. Isto indica que o fator de casca poderá ser utilizado em cálculos de estimativas de volume sem casca para a Floresta Ombrófila Mista.

Com relação à porcentagem de casca observa-se na Tabela 1, que há um aumento gradativo do estrato inferior ao superior. Para a floresta como um todo, a porcentagem média não atinge 12,0 % de casca sobre o volume comercial observado.

Cabe salientar que neste trabalho não foi considerada a *Araucaria angustifolia*, espécie que apresenta conforme alguns autores, até 25,00 % de casca sobre o volume comercial, merecendo estudo individual sobre a espécie.

Além da determinação da porcentagem de casca por grupo optou-se por estimar esta variável ao nível de indivíduo.

Em função das variáveis independentes básicas, diâmetro, altura comercial, altura total e altura da copa, obteve-se 15 combinações. Sobre as quais aplicou-se à regressão linear com o método de seleção *Stepwise*, para uma probabilidade de confiança de 95%. Foram selecionados pelo método, apenas o diâmetro e o quadrado da altura comercial.

A equação formada para explicar a porcentagem de casca ficou representada na seguinte forma:

$$\% \text{ casca} = 12,230 - 0,0661.d + 0,01979.hc^2$$

Sendo: R² aj. = 0,64 e CV = 39,12 %

Os valores estimados da porcentagem de casca podem ser observados nas Figuras 1.

Observando-se, a Figura 1, nota-se que a maior porcentagem de casca ocorre nos menores diâmetros. Isto ocorre porque o aumento da espessura de casca, não é proporcional ao aumento do volume, ocasionando assim a diminuição da porcentagem de casca em relação ao volume do fuste.

Porém, pela análise de resíduos, Figura 2, a equação testada apresentou uma dispersão relativamente alta, chegando a superestimar em 160,0 %, em alguns diâmetros. Mesmo com o erro padrão da estimativa baixo, o emprego desta equação nas estimativas da porcentagem de casca poderá fornecer valores não representativos.

Observando-se os valores estimados nota-se que em floresta natural, a modelagem de casca apresenta baixa correlação ao nível de grupo. Visto que, diferentes espécies de mesmo diâmetro não apresentaram semelhanças quanto à porcentagem de casca. Neste caso, a utilização do fator de casca apresentaria maior precisão na estimativa do volume comercial sem casca.

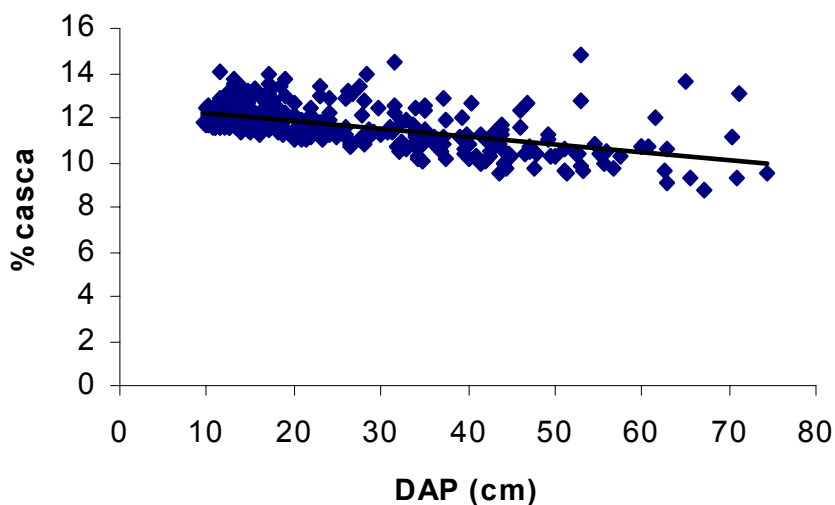


FIGURA 1: Estimativa da porcentagem de casca para a floresta.

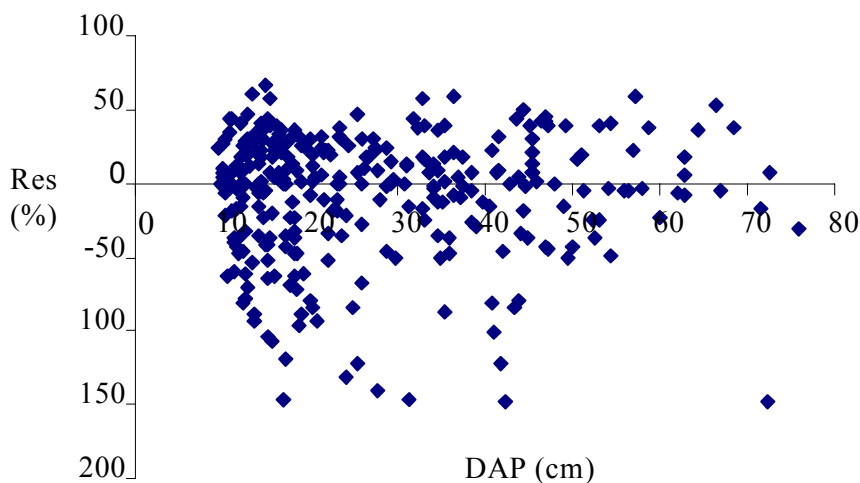


FIGURA 2: Resíduos da estimativa da porcentagem de casca.

CONCLUSÃO

Após o término deste trabalho podemos concluir que:

Os fatores de casca encontrados para estimar o volume comercial sem casca apresentaram grande precisão em relação aos valores observados.

A porcentagem de casca média encontrada para o estrato inferior, médio, superior e para a floresta, são respectivamente: 9,55%, 11,65%, 12,83% e 11,63%.

A equação formada para estimar a porcentagem de casca apresentou baixa precisão estatística. Os resíduos variaram de 70 a 160 %.

O volume sem casca estimado pelo K^2 apresentou um erro ponderado inferior a 2,0%, tanto para os estratos, como para a floresta. Isto demonstra que, o fator de casca poderá ser utilizado para determinar o volume comercial sem casca para a Floresta Ombrófila Mista, em estágio avançado de regeneração natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul.** (Boletim Técnico), n. 30, 1973. 430 p.

FINGER, C.A.G. **Fundamentos de Biometria Florestal.** Santa Maria. UFSM. CEPEF-FATEC, 1992. 269 p.

MORENO, J. A.. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, RS, 1961. 48 p.

SILVA *et al.* Modelagem do volume de casca de *Pinus elliottii*, no litoral Norte do Estado de Santa Catarina. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 5, n.1, p. 111-117, 1998.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A.. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um Sistema Universal.** Rio de Janeiro: IBGE/PROJETO RADAM BRASIL, 1991. 165 p.

SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao manejo florestal.** Santa Maria. UFSM. CEPEF-FATEC, 1993. 348 p.

**FATOR DE CUBICAÇÃO PARA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM ESTÁGIO AVANÇADO DE
REGENERAÇÃO NATURAL**

**FACTOR OF CUBE FOR FOREST MIXED ARAUCARIA IN ADVANCED LEVEL OF NATURAL
REGENERATION**

Geedre Adriano Borsoi¹ Gabriel Berger² Juliana Fernandes Gomes² Doádi Antônio Brena³ Solon Jonas Longhi³

RESUMO

Esta pesquisa foi realizada com o intuito de determinar o fator de cubicação (FC) para lenha em uma Floresta Ombrófila Mista no município de Nova Prata, Rio Grande do Sul. Foram abatidas 40 espécies florestais em uma área de 7,5 hectares, totalizando 302 árvores. A determinação do FC foi obtida através das medições de cinco pilhas de lenha, 20 dias após o abate das árvores. Determinou-se o FC através da medição do comprimento médio, da altura média e da largura média dos toretes em cinco pilhas. Para obtenção deste fator dividiu-se o volume rigoroso médio ($4,25576 \text{ m}^3$) pelo seu respectivo volume aparente médio das pilhas ($7,2499 \text{ m}^{\text{st}}$) encontrando-se, então, o FC para a lenha empilhada que foi de 0,58701.

Palavras-chave: fator de cubicação, volume rigoroso, volume empilhado.

ABSTRACT

This research was realized to determinate the cube factor for firewood in a Forest Mixed Araucaria the municipal district of Nova Prata, Rio Grande do Sul. They were abated 40 forest species in an area of 7,5 hectares, totaling 302 trees. The determination of the factor was obtained through the measurements of five firewood piles, 20 days after the felling of the trees. The cube factor was determined through the measurement of the medium length, of the medium height and of the medium width of the logs in the five piles. For obtainment this factor became separated the medium rigorous volume ($4,25576 \text{ m}^3$) for your respective medium apparent volume of the piles ($7,2499 \text{ m}^{\text{st}}$) obtaining the factor for the piled up firewood that was of 0,58701.

Key words: cube factor, rigorous volume, piled up volume

INTRODUÇÃO

As florestas naturais constituem um recurso potencialmente rico em produtos da madeira ou como fonte de energia, exigindo melhores técnicas de manejo para o sustento destes recursos.

A constante procura pela matéria prima e a necessidade de preservação das formações florestais existentes, contribuiu para que fossem desenvolvidos estudos, a fim de se obter maiores informações a respeito da distribuição do volume das espécies e também da distribuição deste volume nos indivíduos.

Os inventários florestais estimam o volume comercial existente nas florestas, mas o volume residual, como galhos, fustes quebrados, entre outros, geralmente não são estimados nos inventários pré-exploratórios. Estes resíduos são comercializados após as extrações, na forma de metros estères, em pilhas, próximas as vias de transporte.

A conversão do volume em pilhas (estères), para o volume em metros cúbicos (m^3), onde os inventários normalmente não estimam, torna-se necessário o uso de um fator que corrija estas variáveis. Este fator é chamado de fator de cubicação (FC).

O uso do FC médio desenvolvido para florestas homogêneas (usualmente usado 0,433), não se aplica às florestas naturais, devido a grande variação existente nos toretes formadores das pilhas.

Pensando neste problema, o objetivo do presente trabalho foi de determinar o fator de cubicação para a lenha produzida após a realização de intervenções controladas, em uma Floresta Ombrófila Mista localizada no município de Nova Prata, RS.

¹ Engenheiro Florestal, M. Sc., Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFSM, CEP 97.119-970, Santa Maria –RS.

² Engenheiro (a) Florestal, Mestrando (a) do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal da UFSM, CEP 97.119-970, Santa Maria-RS.

³ Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105, Santa Maria, RS.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

São três os métodos mais usados para a determinação do fator de cubicação ou de cubação. O primeiro consiste na determinação por cubagem individual, onde todos os toretes de cada pilha de madeira tomada como amostra no povoamento; o segundo refere-se ao princípio da amostra por contagem angular (ACA), o princípio de construção está em função da amplitude dos diâmetros, havendo necessidade de se conhecer o maior diâmetro da pilha. No terceiro método o fator é determinado por medição eletrônica, onde através da emissão de raios, um monitor de televisão reproduz a pilha em tela. Neste processo, a precisão obtida está por volta de 98 % (Finger, 1992).

A determinação do volume individual das peças de madeira (toretas) é impraticável e, portanto, ele é medido sobre pilhas. Neste caso, mede-se as dimensões da pilha de madeira, ou seja, sua altura (h), comprimento (l_1) e largura (l_2) e ter-se-á o volume da pilha, cuja unidade de medida é denominada de estere (ou estéreo).

Conforme Machado e Filho (2003), esta forma de medida é muito prática e permite a cubagem rápida de uma carga na saída da propriedade florestal ou na chegada à indústria.

Finger (1992) afirma que o fator de cubação é dado pela razão entre o volume sólido da pilha, obtido pelo somatório dos volumes individuais dos toretes (metros cúbicos, m^3), sobre o seu respectivo volume aparente empilhado (metros esteres, m^{st}).

No Brasil é freqüente a adoção de um fator de cubação médio para *Pinus* spp ou *Eucalyptus* spp. evitando-se a realização de uma amostragem específica para o local. Isto pode acarretar erros grosseiros no volume sólido estimado, pois assume que todos os povoamentos apresentam uma mesma freqüência de árvores e que todas elas são semelhantes (Couto & Bastos apud Machado & Figueiredo Filho 1993).

De acordo ainda com os autores, várias características das árvores e povoamentos afetam o fator de cubação ou de empilhamento, dentre as quais, destacam-se o diâmetro, o comprimento, a espessura de casca, a forma dos toretes, a espécie, o espaçamento, a idade da árvore, o sítio, etc. Portanto, há necessidade de calcular-se fatores de cubação para vários estratos homogêneos de uma floresta. Muitos desses fatores afetam a forma do tronco, a qual, é sem dúvida a característica mais determinante do fator de cubação.

Soares *et al.* (2003), com o objetivo de analisar a exatidão de estimativas de fatores de cubação obtidas por meio de fotografias digitais e de um software desenvolvido para esta finalidade, concluíram que a diferença percentual média entre os fatores de cubação com casca obtidos pelo método e os fatores reais foi da ordem de 3,2 %. Com tendência de superestimação pelo método fotográfico.

Os autores concluíram ainda, que a má cubação da madeira influenciou negativamente na precisão do método fotográfico, acarretando diferenças estatísticas entre os fatores de cubação reais e os obtidos por fotografias. Caso o fator cubação seja bem realizado, o uso do método fotográfico pode ser utilizado com precisão inferior a 1,0%.

A dificuldade de se ter a cubagem de lenha em metros esteres (m^{st}) é um outro problema a ser resolvido quando se trata de floresta nativa. É necessária a conversão de metros cúbicos para metros esteres, pois geralmente a lenha é comercializada empilhada em metro estere, ou melhor, leva-se em conta os espaços entre os toretes na pilha.

Pode-se dizer que o fator de cubação é interpretado como um fator de forma para a pilha, pois reduz o volume aparente para o volume sólido. O volume sólido ou realmente ocupado por madeira em um espaço de 1 metro cúbico (m^3) é dado em função de um fator de conversão.

De acordo com a finalidade da madeira os comprimentos dos toretes podem variar com o objetivo ou necessidade do comprador. Neste caso que a madeira terá somente a finalidade energética, os comprimentos variaram de 0,90 a 1,05 m.

Na determinação deste item, não foi levada em conta a diferenciação entre espécies e estratos. O fator de cubação foi determinado para o total de lenha produzido pela floresta em todas as classes de diâmetro utilizadas.

A obtenção deste garantirá informações a respeito do volume real de madeira a ser extraída da floresta. Pois, a partir de um inventário pré-exploratório poderá ser estimado com boa precisão, o volume em metros cúbicos dados em função do diâmetro e em seguida transformados em metros esteres de lenha, por hectare ou para o total da floresta.

MATERIAL E MÉTODO

O trabalho de pesquisa foi realizado na Fazenda Tupi, município de Nova Prata, RS, localizada na região nordeste do Estado. A propriedade possui 962 ha de área total, sendo 780 ha de Floresta Ombrófila Mista em estágios médio e avançado de desenvolvimento. Pertence a Paludo Agropecuária S.A., empresa do grupo VIPAL.

A altitude média do local é de 750 m, o solo da região é mediamente profundo, variando de 1,5 a 2,0 m de profundidade, moderadamente drenado, com textura argilosa e fortemente ácida, é classificado como Cambissolo húmico e Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico (Brasil, 1973).

O clima segundo Moreno (1961), é classificado por Köppen como Cfb, caracterizado como temperado, com temperatura do mês mais quente inferior a 22° C e a do mês mais frio entre -3° e 18°C, sendo a temperatura média anual inferior a 18,5°C. A precipitação média anual oscila entre 1750 e 2468mm, regularmente distribuída todo o ano.

A vegetação na região segundo Veloso *et al* (1991), é do tipo fitogeográfico: Floresta Ombrófila Mista com o domínio de Myrtaceas e Lauraceas no sub bosque e no extrato superior destaca-se as araucárias.

Para o presente estudo foram abatidas 40 espécies florestais em uma área de 7,5 hectares. As espécies

selecionadas para o abate estão na Tabela 1, sendo elas distribuídas por centro de classe.

TABELA 1. Distribuição das espécies por centro de classe e total de árvores abatidas por espécie.

Número	Nome científico	Classes de DAP							Total
		15	25	35	45	55	65	75	
1	Açoíta – cavalo	2							2
2	Angico	5	3	1	1			1	11
3	Açucará					1			1
4	Araçá	2		4	1				7
5	Branquilha	9	2		1				12
6	Branquilha – leiteiro	2							2
7	Bugreiro	5	3	2	2				12
8	Caseária	11	8						19
9	Caúna	1		6	5	2			14
10	Chau-chau	9	2	1					12
11	Camboatá – vermelho	5	5	3					13
12	Camboatá – branco	9	5	6	4	4	2		30
13	Carne – de – vaca	7	2						9
14	Cerejeira	1		1					2
15	Canela – preta	3	4	7	4	2	1		21
16	Canela – lageana				4	2	2	1	9
17	Canela-pururuca	2		3	5	5	1	1	17
18	Canela – guaicá							1	1
19	Cinamomum						1		1
20	Capororoca	1		1					2
21	Cedro			1		1	1		3
22	Cocão	3	4						7
23	Cambuim – ferro	4							4
24	Cambuim – reitzii	3							3
25	Cambuim – tenella	1							1
26	Erva – mate		1						1
27	Fumeiro – bravo	3							3
28	Farinha – seca		1						1
29	Guabijú	7		1					8
30	Guamirim – piloso	13							13
31	Guaperê	1							1
32	Guamirim	1							1
33	Guavirova	7	3	4	4				18
34	Juvevê				1				1
35	Mamica – de – cadela	4	1						5
36	Murta	5			1				6
37	Pesseguiro – bravo	9	5	3	1				18
38	Pitanga	6	1						7
39	Toropí			1					1
40	Sapopema	2			1				3
Total		143	50	45	35	17	8	4	302

A pilhagem foi realizada pela empresa na retirada da madeira da floresta. Este método foi utilizado, pois, a avaliação teve como objetivo a não interferência no trabalho dos funcionários no momento da pilhagem dos galhos.

O volume real foi calculado pelo método de Smalian. Neste método o volume de cada torete é calculado em função do seu comprimento e das áreas basais obtidas nas extremidades (Finger, 1992). O volume real da pilha foi obtido pela somas dos volumes individuais dos toretes.

Já o volume aparente ou o volume empilhado (m^3) foi calculado através das dimensões da pilha de madeira, ou seja, sua altura, comprimento e largura (média do comprimento de cada torete, obtido durante a cubagem). Estas dimensões foram tomadas em várias posições das pilhas para ter-se valores médios representativos.

A determinação do fator de cubicação foi obtido através das medições de cinco pilhas de lenha, 20 dias após o abate das árvores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação de um fator de cubicação para lenha produzida pela floresta tem grande importância para a avaliação final do volume de madeira estipulado pelo inventário pré-exploratório em áreas de manejo sustentado. Além de servir como base de produção, também poderá ser utilizado na determinação do volume real em caso de avaliações de biomassa e de comercialização.

Na obtenção dos dados foram observados que os diâmetros nas pilhas variaram de 2,0 a 41,0 cm, sendo que a média foi de 14,36 cm. Os comprimentos dos toretes variaram de 42 a 149 cm e, um comprimento médio de 86,84 cm.

O volume rigoroso médio obtido na avaliação das cinco pilhas estudadas foi de 4,25576 m³. Já o volume empilhado foi de 7,2499 mst.

Dividindo-se o volume real (m³) pelo volume empilhado (mst), obteve-se então o fator de cubicação que foi de 0,58701. Portanto, são necessários 1,70355 metros estères na pilha, para serem obtidos um (1,0) metro cúbico de lenha.

Paton (1984) *apud* Machado e Figueiredo Filho (2003) realizaram estudos para avaliar o fator de cubicação para Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) e, determinaram um fator de cubicação médio de 0,615 com variação de 0,602 até 0,629.

Gatto *et al.* (2003) estudaram o fator de conversão para o gênero *Eucalyptus* e mata nativa na região centro do Rio Grande do Sul, tendo encontrado um valor de 0,61 para *Eucalyptus*, e um fator de cubicação de 0,56 para nativa.

Em trabalhos científicos realizados com o gênero *Eucalyptus*, Finger (1992), observou que o fator de cubicação variou com o diâmetro e espécie. O fator de cubicação variou de 0,52 para a classe de diâmetro de 7,5 cm, até 0,71 para a classe 32,5 cm.

Estas diferenças podem ser explicadas pela tortuosidade, bifurcações, entre outras, encontradas nos toretes de lenha de floresta natural. Essas variações encontradas nas pilhas de lenha contribuem para que o fator de cubicação seja menor do que o das espécies que ocorrem em povoamentos homogêneos.

Paula Neto *et al.* (1993) constataram que o uso de um fator de cubicação médio para o *Eucalyptus grandis*, das menores classes de DAP para as maiores, apresentou aumentos de 41 % a 44 % no volume sólido de madeira empilhada. Porém, na cubicação de toras misturadas, um fator de cubicação médio poderia ser utilizado na estimativa do volume sólido.

Segundo Rezende & Paula Neto (1991) os fatores de cubicação aumentam com o aumento do número de dias de secagem. Verificaram uma redução de 6,50 %, do volume sólido e, com 75 dias de secagem os valores ainda não haviam estabilizados.

Outros trabalhos com fator de cubicação ou de conversão em florestas naturais poderão ser realizados, afim de sanar dúvidas, como estas, sugeridas pelos autores.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste estudo, pode-se concluir que:

O diâmetro médio das pilhas, foi de 14,36 cm, variando de 2,0 à 41,0 cm. E o comprimento médio dos toretes foi de 86,84 cm, variando de 42 à 149 cm.

O fator de cubicação ou de conversão de metro estère para metro cúbico, que serve para estimar o volume sólido da madeira, foi de 0,58701.

É necessário 1,70355 metro estère na pilha, para ser obtido 1,0 metro cúbico de lenha.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BRASIL., Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul.**: 1973. 430p. (Boletim Técnico, nº 30).

FINGER, C.A.G. **Fundamentos de Biometria Florestal.** Santa Maria. UFSM. CEPEF-FATEC. 269 p. 1992.

GATTO, A. G.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; DURLO, M. A. Características da lenha produzida na Região da Quarta Colônia de Imigração Italiana do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Florestal**, v.13, n.2 p.7-16, 2003.

MACHADO,S,A.;FILHO,A,F. **Dendrometria.** Curitiba. UFPR. 309 p. 2003.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, RS, 1961. 48p.

PAULA NETO, F.;REZENDE,A.;CAMPOS,J.C.C;REZENDE,J.L.P. Análise do Comportamento dos fatores de cubicação para *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.17, n.1 p.45-59, 1993.

REZENDE, A.V.; PAULA NETO,F. Estudo do Comportamento dos fatores de cubicação para *Eucalyptus grandis* em função do tempo de secagem dos toros nas pilhas. **Revista Árvore**, v.15, n.3 p274-284, 1991.

SOARES, C.P.B.; RIBEIRO,J.C.; FILHO,M.B.N.; RIBEIRO,J.C.L. Determinação de fatores de cubicação através de fotografias digitais. **Revista Árvore**, v.27, n.4 p.473-479, 2003.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um Sistema Universal**. Rio de Janeiro: IBGE/PROJETO RADAM BRASIL, 1991. 165p.

AVALIAÇÃO DA SAZONALIDADE DA PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA NUMA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL NO MUNICÍPIO DE ITAÁRA – RS

EVALUATION OF SAZONAL VARIATION OF LITTER PRODUCTION IN A SEASONAL DECIDUOUS FOREST IN ITAÁRA –RS

Elisabete Vuaden¹ Mauro Valdir Schumacher² Hamilton Luiz Munari Vogel³

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos avaliar a deposição de serapilheira e a sazonalidade de sua queda durante o período de um ano e seis meses, em uma Floresta Estacional Decidual. A pesquisa foi realizada na fazenda da Brigada Militar no município de Itaara-RS. Para coleta de serapilheira foram demarcadas seis parcelas de 25 m x 17 m, distribuídas em três blocos. Em cada parcela foram distribuídos cinco coletores, constituídos por uma moldura de ferro de forma circular com 50 cm de diâmetro, totalizando assim 30 coletores. O material depositado foi coletado mensalmente. A queda de serapilheira foi de 11.1 Mg ha⁻¹, correspondendo a 71% de folhas, 17% de galhos finos e 12% de miscelânea. Os meses de maior queda de serapilheira foram setembro e novembro, ocorrendo menor deposição nos meses de março e abril.

Palavras-chave: Floresta Estacional Decidual, serapilheira.

ABSTRACT

The present work had as objective to evaluate the litter deposition and its seasonal fall during one year and six months, in a Seasonal Deciduous Forest. The research was carried in Itaara-RS in the *Brigada Militar* farm. For litter collection had been demarcated six parcels of 25 m x 17 m, distributed in three blocks. In each parcel five collectors had been distributed, consisting of a frame of iron of circular form with 50 cm of diameter, thus totalizing 30 collectors. The material deposited was collected monthly. Litter production was 11.1 Mg ha⁻¹, corresponding 71% of leaves, 17% of fine twigs and 12% of miscellany. The months of higher litter deposition had been September and November, occurring lesser deposition in the March and April month.

Key words: Seasonal Deciduous Forest, litter, organic matter.

INTRODUÇÃO

A Floresta Estacional Decidual caracteriza-se por ter grande diversidade de espécies florestais e animais, sendo de grande importância para o ecossistema da Região Sul do Brasil.

Segundo Cunha (1997), a Floresta Estacional decidual é uma das formações florestais mais importantes do estado, em termos de localização geográfica, área ocupada e importância histórico-cultural, sendo poucas as informações que se tem sobre este ecossistema, principalmente relacionadas à produção de serapilheira e à ciclagem de nutrientes.

A produção de serapilheira e a devolução de nutrientes em ecossistemas florestais constituem a via mais importante do ciclo biogeoquímico (relação dos nutrientes no esquema solo-planta-solo) (Reis & Barros, 1990). Esse ciclo caracteriza-se no primeiro estágio, pela absorção de nutrientes pelas raízes e por sua distribuição pelas diferentes partes da planta, sendo a taxa de absorção de nutrientes maior no período em que as árvores estão no estágio juvenil, o que corresponde ao período de maior produtividade dentro do processo de sucção (Kimmins, 1987). Após esse período, os nutrientes são transferidos novamente para o solo, pela deposição da serapilheira, lixiviação de folhas, ramos e troncos e pela ação da chuva, além do trabalho da fauna e da dispersão de frutos e sementes (Poggiani & Schumacher, 2000).

A ciclagem de nutrientes é um dos processos que sustenta a produção de material orgânico. O conhecimento desses processos permite apreender o funcionamento de um ecossistema, possibilitando medidas adequadas ao seu manejo (Herrera et al. apud Cunha, 1997).

A carência de estudos sobre a ciclagem de nutrientes em florestas nativas, dificulta a realização de práticas que

¹ UFSM, Departamento de Ciências Florestais, E-mail: elisabetevuaden@yahoo.com.br;

² UFSM Prof. Dr. Nat. Techn. do Departamento de Ciências Florestais, Bolsista do CNPq, Fone: (55)-220-844436, E-mail: schuma@ccr.ufsm.br, Santa Maria – RS;

³ UFSM, Departamento de Ciências Florestais, E-mail: hvogel@terra.com.br.

garantam a sustentabilidade desses ecossistemas. Assim fundamenta-se a necessidade de conhecer a dinâmica nutricional dessas áreas na região Sul do Brasil, obtendo informações que possam auxiliar no manejo sustentado e na proteção desses ecossistemas.

O presente trabalho teve como objetivos avaliar a deposição de serapilheira e a sazonalidade de sua queda durante o período de um ano e seis meses, no interior de uma Floresta Estacional Decidual.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A produção de serapilheira é o aspecto mais estudado na ciclagem de nutrientes, pois é a principal via de transferência de nutrientes minerais das plantas ao solo, em ecossistemas florestais. O estudo da queda da serapilheira fornece um indicativo da capacidade produtiva do sítio (Proctor, 1983).

A serapilheira é constituída por folhas, caules, ramos, frutos, flores e outras partes das plantas depositadas no piso florestal.

Conforme Schumacher & Hoppe (1998), no interior de uma floresta a serapilheira depositada sobre o solo desempenha papel fundamental na manutenção das condições ideais para o processo de infiltração de água. O escoamento superficial em áreas florestais é muito pequeno, devido a grande infiltração de água pela serapilheira, variando conforme a sua espessura.

Pritchett (1990), considera a serapilheira e sua microflora característica, assim como sua fauna, a fase mais dinâmica do ambiente florestal, e representando o critério mais importante para distinguir solos florestais e solos agrícolas.

Segundo Bray & Gorham (1964), a queda de serapilheira é influenciada por diversos fatores, tais como: tipo de vegetação, fatores de meio ambiente, densidade dos indivíduos e fatores climáticos.

Conforme Krapfenbauer apud Schumacher (1995), a camada de serapilheira que se encontra sobre o solo depende do sítio, sendo influenciada pelo tipo de vegetação arbórea, sub-bosque, clima e manejo.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada na fazenda da Brigada Militar no município de Itaara-RS, localizada na serra de São Martinho, na região fisiográfica do Planalto Médio, tendo coordenadas geográficas "centrais" de 29°30'12,2" de latitude Sul e 53°46'06" de longitude Oeste, com altitude média de 395 m.

Segundo a classificação climática de Köppen, o Rio Grande do Sul enquadra-se na zona temperada e no tipo temperado úmido. A região em que o município de Itaara está inserido apresenta a variedade climática Cfa, caracterizada pela ocorrência de chuvas durante todos os meses do ano, possuindo a temperatura do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio superior a -3°C, com precipitação variando entre 1700 e 1800 milímetros anuais (Moreno, 1961).

O solo é do tipo Neosolo Litótico eutrófico típico, conforme a classificação atual brasileira (Streck et al., 2002).

Originalmente a Fralda da Serra Geral era coberta por Floresta Estacional. Com o avanço da ocupação humana, observa-se dentro das molduras da floresta nativa escura uma vegetação verde-clara, ainda baixa denominada de capoeira, que com idade avançada, depois das sucessões vegetais, vão se assemelhar as condições originais (Lindman & Ferri, 1974).

Para a escolha da área, foi utilizado o seguinte critério: menor variação de solo possível, mesma exposição, média de declividade semelhante e mesmo estrato. A floresta escolhida caracteriza-se como secundária intermediária.

Para coleta de serapilheira foram demarcadas seis parcelas de 25 m x 17 m, distribuídas em três blocos, alocadas no interior da floresta. Em cada parcela foram distribuídos cinco coletores, constituídos por uma moldura de ferro de forma circular com 50 cm de diâmetro, fixadas no local a um metro acima do solo, totalizando, assim, 30 coletores.

As coletas de serapilheira foram realizadas mensalmente, durante um período de um ano e seis meses. O material coletado foi devidamente identificado e levado até o Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da UFSM onde foi separado nas seguintes frações: folhas; galhos finos (com diâmetro < 1 cm) e miscelânea (flores, frutos, sementes e restos vegetais não identificáveis). Após a separação, este foi colocado em estufa de circulação e renovação de ar à 75°C por 72 horas, e pesado em balança de precisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de serapilheira durante um ano e seis meses foi de 11.1 Mg ha⁻¹, correspondendo a 71% de folhas, 17% de galhos finos e 12% de resíduos, conforme mostra a Figura 1.

König et al. (2002), em um estudo realizado na Floresta Estacional Decidual no Município de Santa Maria – RS, constatou uma produção de serapilheira de 9,2 Mg/ha/ano, sendo formada por 67,8% de folhas, 19,3% por galhos finos e 12,9% de miscelânea (flores, frutos, sementes, outros materiais vegetais).

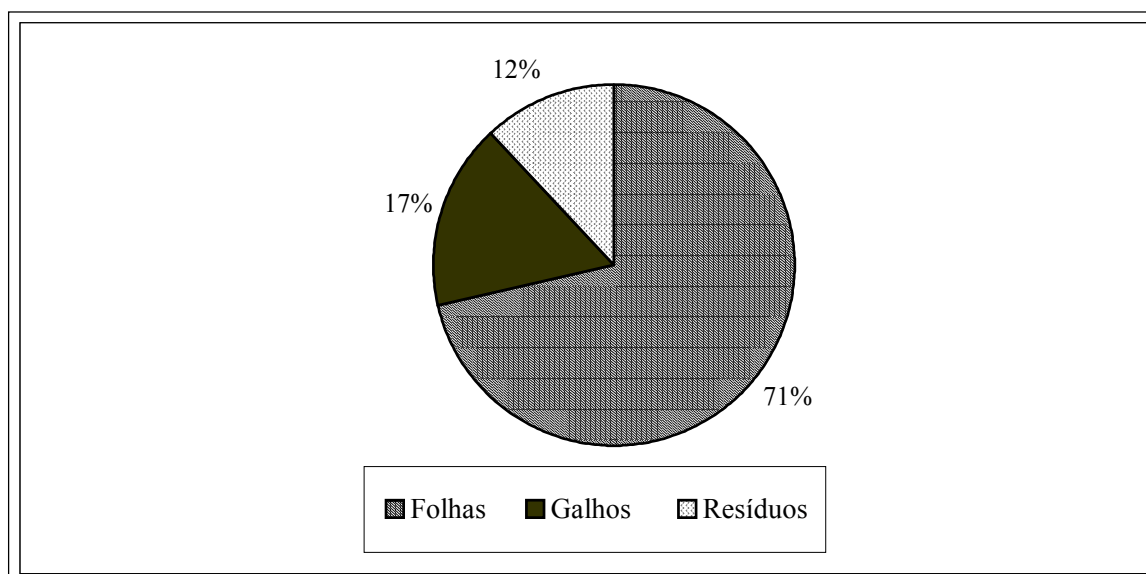


FIGURA 1 - Deposição total de folhas, galhos finos e miscelânea no período de dezoito meses, de uma floresta secundária intermediária.

Brun et al. (2001) estudaram três fases sucessionais denominadas de capoeirão (27 anos), floresta secundária (50 anos) e floresta madura (mais de 100 anos), de uma Floresta estacional Decidual em Santa Tereza-RS, relatando uma produção de serrapilheira de 6.5, 7.4 e 9.7 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente.

Cunha (1997), em um estudo das três fases sucessionais em uma Floresta Estacional Decidual na região de Santa Maria-RS, constatou uma produção média de serrapilheira de 9,5 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ para uma floresta secundária, enquanto que na capoeira e capoeirão, obteve valores iguais a 5,7 e 7,9 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente.

Com relação às variáveis meteorológicas, na Tabela 1, pode-se observar que a produção de serrapilheira esteve mais correlacionada com a temperatura média mensal, tendo uma menor correlação com a precipitação.

TABELA 1 – Coeficiente de correlação de Pearson, para as variáveis estudadas.

Variável Climática	Folhas	Galhos Finos	Miscelânea	Serapilheira
Precipitação (mm)	0,065	0,265	0,168	0,158
Temperatura	0,339	0,285	0,497	0,250

As Figuras 2 e 3 apresentam a sazonalidade de deposição de serrapilheira comparada com a precipitação e com a temperatura média mensal.

A partir da figura 2 e 3, verifica-se que a deposição de serrapilheira foi maior nos meses de setembro e novembro, na primavera, quando a temperatura e precipitação estavam aumentando, ocorrendo menor deposição nos meses de março e abril, no outono.

Informações semelhantes foram encontradas por Cunha (1997) obtendo resultados na mata secundária e no capoeirão, com maior produção de serrapilheira na primavera, concordando também com os dados encontrados por Cunha et al. (1993) em uma Floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria, onde as maiores deposições ocorreram entre Agosto e Novembro, quando as precipitações foram abundantes e a temperatura média mensal estava em elevação, ao passo que as menores foram verificadas no outono.

König (2002), observou que os maiores picos de deposição da serrapilheira ocorreram entre os meses de julho e setembro, quando se inicia um período de elevação da temperatura. Relaciona este fato, devido à característica das florestas estacionais deciduais do Sul do Brasil, onde uma estagnação do crescimento provocada pelo inverno faz com que ocorra eliminação da folhagem senescente, visando o novo período de crescimento, que se inicia com a primavera, com o aparecimento da folhagem nova.

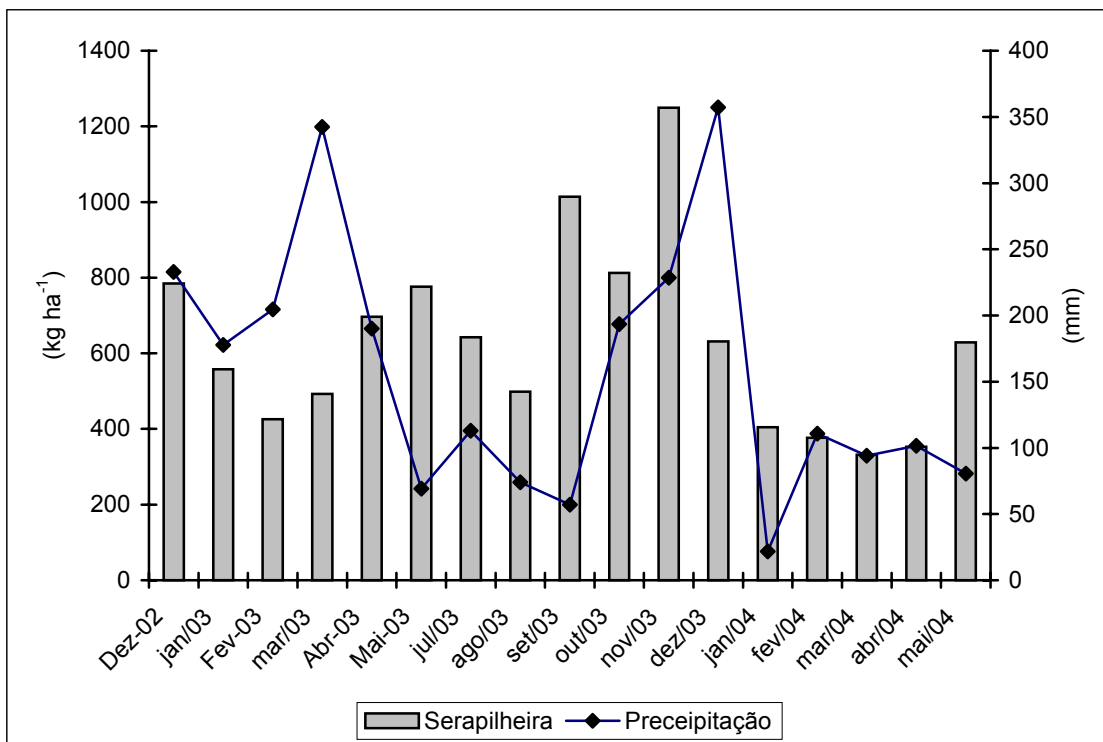


FIGURA 2 – Produção mensal de serapilheira em relação à precipitação mensal, de uma floresta secundária intermediária.

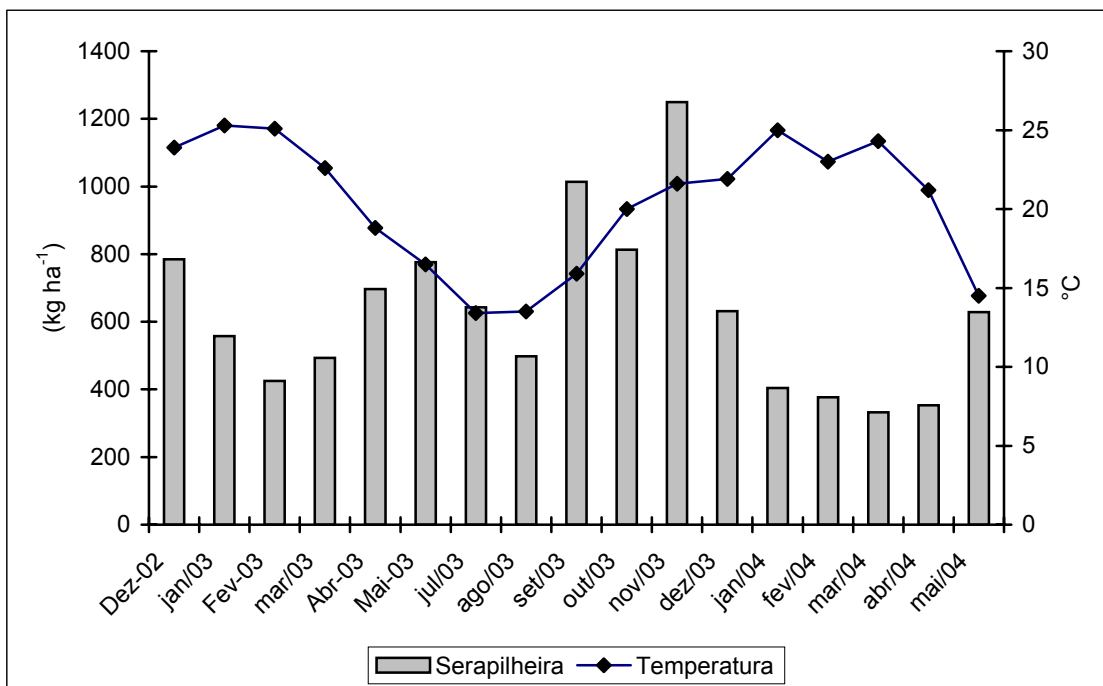


FIGURA 3 – Produção mensal de serapilheira em relação à temperatura média mensal, de uma floresta secundária intermediária.

A fenologia das árvores é determinada por fatores endógenos e exógenos (Loubry apud Cunha, 1997). A maioria das espécies encontradas na Floresta Estacional no Sul do Brasil, é originária de regiões com estação seca bem definida, como o interior da região Sudeste e a parte oriental da região Centro-oeste. Nestas regiões ocorre uma estação seca bem definida e o final desta estação coincide com o final do inverno na região sul, portanto, fatores genéticos também podem ter influência marcante sobre a sazonalidade na produção de serapilheira observada na floresta

Estacional Decidual no Rio Grande do Sul (Cunha, 1997).

CONCLUSÕES

No período de um ano e seis meses, foram depositados 11,1 Mg ha⁻¹ de serapilheira, correspondendo a 71% de folhas, 17% de galhos finos e 12% de miscelânea.

Os meses de maior deposição de serapilheira foram setembro e novembro, quando a temperatura e precipitação apresentavam-se elevadas, ocorrendo menor deposição nos meses de março e abril.

A produção de serapilheira esteve mais correlacionada com a temperatura média mensal, por outro lado uma menor correlação com a precipitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAY, J. R. & GOHRAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in ecological Research**, 2: 101-157. 1964.

BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M.V.; SPATHELF, P.; VACCARO, S. Relação entre a produção de serrapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 277-285, 2001.

CUNHA, G. C. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em diferentes fases sucessionais de uma Floresta Estacional do Rio Grande do Sul**. Piracicaba, 1997. 85 p. (Dissertação de Mestrado)

CUNHA, G. C. et al. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serrapilheira. **Ciência Florestal**, v. 3, n. 1, p. 35-64, 1993

KIMMINS, J. P. **Forest ecology**. New York: Macmillan Publishing Company, 1987. 184 p.

KÖNIG, F. G.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J. & SELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa Floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria-RS. **R. Árvore**, v.26, n.4, p.429-435, 2002.

LINDMAN, C. A. M.; FERRI, M. G. **A vegetação no Rio Grande do Sul**. Belo Horizonte, 1974. 390 p.

MORENO, J, A. **Clima do Rio Grande de Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 83 p.

POGGIANI, F. & SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes em Florestas Nativas. In: GONÇALVES, J.L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2000. P. 287-308.

PRITCHETT, W. L. **Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento**. Impreso no México, 1990. 634p.

PROCTOR, J. Tropical Forest Litterfall. I – Problems of data comparison. In: SUTTON, S. L.; WHITMORE, T. C.; Chadwick, a. c. (ed.). **Tropical rain forest: Ecology and management**. Oxford: Blackwell Scient. Public., 1983. p. 267-273.

REIS, M. G. F. & BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N. F. & NOVAIS, R. F. (eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, 1990. P. 265-302

SCHUMACHER, M. V. **Nährstoffkreislauf in verschiedenen Beständen von *Eucalyptus saligna* (Smith), *Eucalyptus dunnii* (Maiden) und *Eucalyptus globulus* (Labillardière) in Rio Grande do Sul, Brasilien**. Wien: 1995. 148 p. Dissertação de (Doutorado). Universität für Bodenkultur.

SCHUMACHER, M. V. & HOPPE, J. M. **A floresta e a água**. Porto Alegre: Pallotti, 1998. 70 p.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS, UFRGS, 2002. 107p.

QUALIDADE SANITÁRIA DE SEMENTES DE *Eugenia involucrata* DC, *Eugenia pyriformis* Cambessedes, *Feijoa sellowiana* BERG E *Psidium cattleianum* SABINE.

HEALTH QUALITY OF *Eugenia involucrata* DC, *Eugenia pyriformis* Cambessedes, *Feijoa sellowiana* BERG, *Psidium cattleianum* SABINE SEEDS.

Edicléia A. Iensen Cherobini¹ Antonio Augusto Machado¹ Eduardo Frassetto² Rodrigo Fernandes De Camargo³
Marlove De Fátima Brião Muniz⁴ Juarez Martins Hoppe⁵

RESUMO

Devido às condições favoráveis de temperatura e umidade do ambiente a maioria das sementes de espécies florestais ficam vulneráveis ao ataque de fungos tanto no campo como no armazenamento. Diversos fungos podem causar deformação, redução de germinação, destruição das sementes e doenças em plântulas. Os testes de sanidade possibilitam a identificação de problemas ocorridos durante as fases de coleta e armazenamento permitindo estabelecer métodos de controle para estes patógenos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade sanitária de quatro espécies florestais nativas; *Eugenia pyriformis* (uvaia), *Eugenia involucrata* (cerejeira), *Feijoa sellowiana* (goiaba-do-campo) e *Psidium cattleianum* (araçá). As sementes utilizadas foram coletadas na região de Santa Cruz do Sul, (RS). O experimento foi realizado no Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Defesa Fitossanitária da UFSM, no período de maio de 2004. Foram utilizadas 100 sementes para cada espécie. As sementes foram colocadas em caixas "Gerbox" previamente forradas com papel filtro umedecido, e mantidas por um período pré-determinado de sete dias. As condições de temperatura e umidade foram controladas, mantendo-se sempre o ambiente úmido e temperatura de aproximadamente 25°C. A classificação e quantificação dos microrganismos encontrados foram feitas com a utilização de microscópio estereoscópico e microscópio ótico. Os gêneros de fungos identificados foram: *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp., *Cladosporium* spp., *Verticillium* spp., *Pestalotia* spp., *Rhizoctonia* spp., *Trichoderma* spp., *Chaetomium* spp. O gênero com maior incidência em todas as espécies foi o *Penicillium* spp. seguido do *Aspergillus* spp. Estes resultados indicam que as sementes podem não ter sido armazenadas em boas condições.

Palavras-chave: Sementes, sanidade, espécies florestais.

ABSTRACT

Had to the favorable temperature and humidity conditions of the environment the majority of the of forest species seeds is vulnerable to the attack in such a way in the field as in the storage. Diverse fungus can cause deformation, reduction of germination, destruction of the seeds and Damping-off in seedlings. The health tests make possible the identification of problems occurred during the collection phases and storage allowing establishing methods of control for these pathogens. This work had as objective to evaluate the healthy quality of four native forest species; *Eugenia pyriformis*, *Eugenia involucrate*, *Feijoa sellowiana*, *Psidium cattleianum*. Were used seeds collected of Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul. The experiments were carried out in the Phitopathologg Laboratory of the Federal University of Santa Maria. Had been used on hundred seeds for each species. The seeds had been placed in boxes "Gerbox" previously lined with paper-humidified filter, and kept for a daily pay-definitive period of seven days. The conditions of temperature and humidity had been controlled, remaining always the humid environment and temperature of approximately 25°C. The classification and quantification of the microorganisms had been made with the use of stereoscopic microscope and microscope. The nainly of identified fungos had been: *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp., *Cladosporium* spp., *Verticillium* spp., *Pestalotia* spp., *Rhizoctonia* spp., *Trichoderma* spp., *Chaetomium* spp., the sort with bigger incidence in all the species was the *Penicillium* spp., followed of the *Aspergillus* spp. These results indicate that the seeds can not have been stored in good conditions.

Key words: seeds, health quality, forest species.

INTRODUÇÃO

Considerando-se a importância que as espécies nativas vem adquirindo, em reflorestamentos na industria e a

¹ Mestrandos do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UFSM, E-mail: ediensen@bol.com.br.

² Doutorando Msc, do Programa de Pós-graduação em Engenharia da UFSM

³ Graduando do Curso de Eng. Florestal, UFSM

⁴ Professor Dr. Adjunto do Departamento de Defesa Fitossanitária – UFSM

⁵ Professor Dr. do Departamento de Engenharia Florestal – UFSM.

grande necessidade de preservação de algumas espécies que já se encontram em extinção (Carneiro, 1986) citado por Santos *et al.*, (2001), torna-se necessário um maior número de pesquisas para que possam ser criadas condições de preservação da biodiversidade e a criação de sustentabilidade para quem trabalha na terra.

Devido às condições favoráveis de temperatura e umidade do ambiente a maioria das sementes de espécies florestais ficam vulneráveis ao ataque de fungos tanto no campo como no armazenamento. Diversos fungos podem causar deformação, redução na porcentagem de germinação, destruição das sementes e doenças em plântulas. Os testes de sanidade possibilitam a identificação de problemas ocorridos durante as fases de coleta e armazenamento, permitindo estabelecer métodos de controle para estes patógenos.

Eugenia involucrata DC., (cerejeira), também chamada de cerejeira-do-mato, é uma espécie arbórea que pode chegar até 20 metros de altura, vastamente distribuída pelos principais tipos de florestas do Estado do Rio Grande do Sul. Árvore característica do interior da floresta densa e desenvolvida. Pouco freqüente observa-se regeneração e as sementes que caem das árvores não germinam ao redor da planta mãe. A madeira é muito resistente, compacta e elástica e muito apreciada para cabos de machado e outras ferramentas.

Eugenia pyriformis Cambessedes., árvore mediana de 5 a 15 metros de altura e diâmetro de 20-40 cm, apresenta vasta e expressiva dispersão pelo estado do Rio Grande do Sul. A madeira não possui maiores aplicações. Com características de alta dureza e resistência. É uma espécie que apresenta primordialmente, valor ornamental.

Feijoa sellowiana Berg., conhecida como goiabeira-serrana ou goiaba do mato, é uma árvore pequena de 2 a 4 metros de altura e diâmetro de 30-50 cm. A madeira é branca, ligeiramente avermelhada e trata-se de uma árvore ornamental e o fruto é comestível quando maduro. É indicada para reflorestamento nas margens de reservatórios das hidroelétricas e os pássaros se encarregam da dispersão das sementes.

Psidium cattleianum Sabine, comumente conhecida como araçá-do campo, araçá-manteiga, araçá-amarelo, árvore mediana de 3 a 10 metros de altura. No estado do Rio Grande do Sul é bastante freqüentemente nas orlas das florestas de galeria na Depressão Central do Estado.

Os frutos quando maduros são em geral amarelos, raramente avermelhados, muito saborosos e apreciados pelo homem como animais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade sanitária de quatro espécies florestais pertencentes a Família *Mirtaceae*.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presença de patógenos após o ponto de maturidade fisiológica ou armazenamento das sementes é ameaça séria à qualidade das sementes. Elevadas porcentagens de sementes infeccionadas estão associados ao decréscimo do poder germinativo e menor desenvolvimento de plântulas nos seus primeiros estágios (Yorinori, 1982).

Entre as espécies florestais nativas, poucos estudos têm sido feitos sobre a transmissão de fungos por sementes. As sementes são atacadas por patógenos, tanto no campo quanto nas operações subseqüentes de colheita, secagem e beneficiamento, (Carneiro, 1990).

A umidade relativa do ar e a temperatura são fatores decisivos no desenvolvimento de fungos de sementes armazenadas. Os fungos mais importantes em relação à qualidade fisiológica da semente, são os chamados fungos de armazenamento. Estes compreendem principalmente as espécies dos gêneros de *Aspergillus* e *Penicillium*. Esporos e micélios já estão presentes na superfície da semente quando esta é armazenada (Angelini, 1986).

A presença de fitopatógenos associados as sementes é de grande importância, pelo fato das sementes serem unidades propagativas das plantas mais utilizadas pelo homem (Machado, 1988).

A umidade relativa e a temperatura são fatores decisivos no desenvolvimento de fungos em sementes armazenadas. Esses fungos se desenvolvem em sementes com umidade em equilíbrio com a umidade relativa do ar superior a 68%. Os gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* têm a capacidade de reduzir o poder germinativo da semente e causar a morte do embrião. Nos graus de umidade mais baixos das sementes, próximos ao limite mínimo para o crescimento dos fungos, o ataque é lento, contudo, à medida que o grau de umidade da semente se eleva, torna-se mais rápida a sua perda de germinação, em virtude do rápido crescimento do fungo (Angelini, 1986).

Segundo Santos *et al.* (2001), a associação de fungos com sementes de espécies nativas deve ser objeto de maior atenção, pois alguns destes microorganismos podem causar danos a qualidade e à produção de mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes utilizadas no experimento, pertencentes a Família *Mirtaceae*, foram coletadas por alunos de escolas da rede Municipal na Região de Santa Cruz do Sul, (RS), e eram destinadas ao Sub-programa Bolsa de Sementes do Programa Verde é Vida Afubra. Sementes de *Eugenia pyriformis* (uvaia), *Eugenia involucrata* (cerejeira), *Feijoa sellowiana* (goiaba-do-campo), *Psidium cattleianum* (araçá) foram colocadas em caixas "Gerbox" previamente forradas com papel filtro umedecido, e mantidas por um período pré-determinado de sete dias. A temperatura foi mantida aproximadamente a 25°C, mantendo-se sempre o ambiente úmido. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Defesa Fitossanitária da UFSM, no período de maio de 2004. Foram utilizadas 100 sementes para cada espécie. A classificação e quantificação dos microorganismos

encontrados foram feitas com a utilização de microscópio estereoscópico e microscópio ótico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as espécies estudadas foram encontrados os seguintes gêneros: *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp., *Cladosporium* spp., *Verticillium* spp., *Pestalotia* spp., *Rhizoctonia* spp., *Trichoderma* spp., *Chaetomium* spp., O gênero com maior incidência em todas as espécies foi *Penicillium* seguido do *Aspergillus*. Estes resultados indicam que as sementes podem não ter sido armazenadas em boas condições. Segundo Lucca Filho (1995) as condições ambientais durante o período de armazenamento e as características do lote de sementes, especialmente o estado físico, teor de água e inóculo inicial, regulam a atividade dos fungos de armazenamento. Portanto, há necessidade de mais cuidados no processamento destas sementes, uma vez que estes fungos podem reduzir o seu potencial germinativo e produzir plantas jovens raquíticas.

Fungos como *Verticillium* spp. e *Rhizoctonia* spp. foram detectados nas espécies estudadas. Carneiro (1987) relata que estes patógenos tem sido encontrado associado a sementes de espécies florestais e pode causar necrose no sistema radicular, lesões no colo das mudas, tombamento, murcha e morte de plântulas, diminuição no poder de germinação e podridão das sementes.

Outros fungos considerados saprófitas também foram detectados, entre eles *Cladosporium* spp. e *Rhizopus* spp.

As porcentagens de fungos encontrados associados às sementes encontram-se na Tabela 1:

TABELA 1: Porcentagem de fungos detectados em sementes de *Eugenia pyriformis*, *Eugenia involucrata*, Feijoa sellowiana, *Psidium cattleianum*.

Fungos (Gêneros)	<i>Eugenia involucrata</i>	<i>Eugenia pyriformis</i>	<i>Feijoa sellowiana</i>	<i>Psidium cattleianum</i>
<i>Penicillium</i> sp.	91	93	43	45
<i>Aspergillus niger</i>	73	0	27	22
<i>Aspergillus flavus</i>	32	0	1	4
<i>Rhizopus</i> sp.	20	0	0	0
<i>Cladosporium</i> sp.	5	0	2	8
<i>Verticillium</i> sp.	0	15	0	0
<i>Pestalotia</i> sp.	0	29	0	0
<i>Rhizoctonia</i> sp.	0	0	20	0
<i>Trichoderma</i> sp.	0	0	1	0
<i>Chaetomium</i> sp.	0	0	0	1

Para as duas espécies do gênero *Eugenia* (*E. pyriformis* e *E. involucrata*) *Penicillium* spp. apresentou uma alta incidência e *Aspergillus flavus* e *Aspergillus niger* foram detectados somente em *E. Involucrata*.

Fungos como o *Rhizoctonia* spp., *Cladosporium* spp. e *Verticillium* spp., que podem ter ação patogênica, causando tombamento de plântulas foram detectados em todas as espécies analisadas, variando o percentual de incidência e o gênero de fungos, e o gênero de fungos para cada espécie.

Pode-se observar que as espécies: *Eugenia involucrata*, *Feijoa sellowiana*, *Psidium cattleianum* apresentaram uma grande incidência de *Aspergillus* e *Penicillium* bem como pode ser observado no Figura 1, as condições de armazenamento destas sementes podem não ter sido adequadas devido a grande porcentagem de fungos de armazenamento encontrados.

CONCLUSÕES

Os fungos presentes nas sementes de espécies florestais avaliadas devem ser objeto de maior atenção, pois alguns destes microorganismos podem comprometer tanto a qualidade quanto o processo de produção e mudas;

Todas as espécies apresentaram maior ocorrência de *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp., indicando que as sementes não foram armazenadas em condições ideais;

Métodos adequados de coleta e armazenamento devem ser elaborados para evitar prejuízos e danos a qualidade das sementes, ocasionada por fungos de armazenamento.

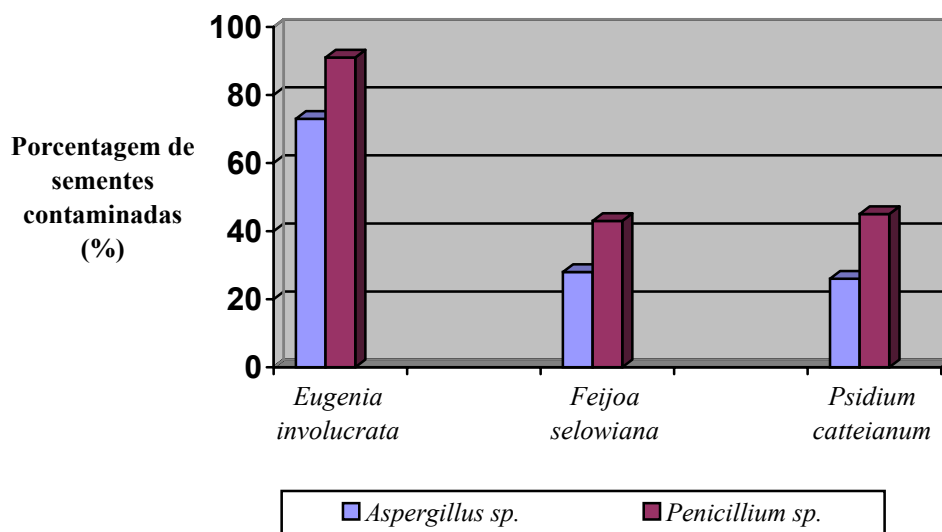


FIGURA 1: Porcentagem de sementes de *Eugenia involucrata*, *Feijoa selowiana*, *Psidium cattleianum*, contaminadas por *Aspergillus sp.* e *Penicillium sp.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELINI, A. C. **Estudo sobre controle de qualidade durante o armazenamento de sementes embaladas**. Campinas: Fundação Cargil, 1986. 51 p.
- CARNEIRO et al. Microflora Associada a Sementes de Essências Florestais. **Fitopatologia Brasileira**, v. 11, p. 557-566, 1986.
- CARNEIRO, J. S. Teste de sanidade em essências florestais. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargil, 1990. p. 386-394.
- IENSEN *et al.* Viabilidade de sementes de *Platanus acerifolia*, em Santa Maria – RS: **XIV JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA**, Santa Maria. **Anais...**, RS: Centro de Ciências Rurais, 1999. p 576.
- MACHADO, J. C. **Patologia de Sementes** (Fundamentos e Aplicações). Ciências Agrárias nos Trópicos. Lavras: 1988. 107p.
- LUCCA-FILHO, O. A. **Curso de tecnologia de sementes**. Brasília: ABEAS, 1995. 53p.
- REITZ, R, KLEIN, R. M, REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. SUDESUL, 1988525P.
- SANTOS et al. **Fungos associados a espécies arbóreas da Mata Atlântica**. Colombo: EMBRAPA – CNPF, Boletim de Pesquisa, 42. p.51-60, 2001.
- YORINORI, J. T. Doenças da soja causadas por fungos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.94, p.40-46,1982.

O SOFTWARE MATA NATIVA 2.0 E SUAS APLICAÇÕES NO MANEJO DE FLORESTAS NATURAIS

THE SOFTWARE MATA NATIVA 2.0 AND THEIR APPLICATIONS IN NATURAL FOREST MANAGEMENT

Gilson Fernandes da Silva¹ Agostinho Lopes de Souza² Flávio Lopes Rodrigues¹ Paulo Márcio de Freitas³ José Eduardo Macedo Pezzopane¹ Alessandro de Freitas Teixeira¹

RESUMO

O uso de recursos florestais no Brasil, na maioria das regiões, ainda é feito de forma depredatória. Por esta razão, importantes ecossistemas, como os remanescentes das florestas atlânticas brasileiras e a floresta amazônica estão constantemente ameaçados. Muitas vezes isto acontece devido a falta de informações técnicas adequadas sobre manejo florestal, implicando na necessidade de ferramentas que dão suporte a esta matéria. Nesse sentido, o *software* Mata Nativa foi desenvolvido para suprir algumas dessas necessidades. Este *software* constitui-se em uma ferramenta prática e eficiente para análise da vegetação e no auxílio a elaboração de planos de manejo de florestas naturais. Os principais objetivos deste software são disponibilizar técnicas de interpretação de características da vegetação, facilitar a implementação de inventários florestais e também funcionar como ferramenta de suporte a decisão de uso dos recursos florestais. Como conclusão, as técnicas disponíveis no *software* Mata Nativa podem ser úteis para se alcançar os objetivos básicos do manejo florestal: Tornar o manejo das florestas naturais ambientalmente adequado, economicamente viável e socialmente justo.

Palavras-chave: Manejo florestal, sistema computacional, florestas naturais.

ABSTRACT

The use of forest resources in Brazil, in most of its regions, is still done in an irrational way. For this reason, important ecosystems, like the remains of Atlantic Brazilian forest and the Amazonian rain forest suffer frequent threats. Very often it happens because of the lack of adequate technical information about forest management, implying the need with tools that give support in this matter. The software Mata Nativa was developed to fulfill this need. This is a practical and efficient tool for vegetation analyses and management planning of natural forests. The main goals of this software are to make the techniques of vegetation characteristics interpretation available, to facilitate the development of forest surveys and the analysis of decision support for the use of forest resources. Such techniques could be used where natural forests exist, making natural forest management environmentally adequate, economically viable and socially correct.

Key words: Forest management, computational system, natural forest.

INTRODUÇÃO

Embora a exploração de recursos florestais no Brasil em um nível mais organizado e em larga escala seja ainda recente, não é difícil verificar a grande importância do setor florestal na economia brasileira. O produto interno bruto (PIB) florestal no ano de 2002 foi de aproximadamente US\$ 27,8 bilhões, o que corresponde a aproximadamente 4,5% do PIB total do país. Dentre os principais ramos do setor, destacam-se o de celulose e papel, com participação no PIB de US\$ 7,8 bilhões, o de siderurgia a carvão vegetal, com US\$ 5,2 bilhões e o de madeira e móveis, com US\$ 4,5 bilhões. O setor participou ainda com US\$ 4,5 bilhões de dólares em exportações (10% do total), recolheu US\$ 4,6 bilhões em impostos e gerou aproximadamente 7 milhões de empregos. O consumo de madeira no país é de aproximadamente 300 milhões de m³/ano, considerando florestas plantadas e naturais (SBS, 2004; Remade, 2004; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2002). O Brasil é também o quarto produtor mundial de produtos florestais, atrás apenas de Estados Unidos, China e Índia, mas, por outro lado, quando comparado, por exemplo, à Finlândia, que tem no setor florestal 60% de seu PIB, pode-se concluir que o setor florestal brasileiro ainda

¹ Professor do Departamento de Engenharia Rural – Universidade Federal do Espírito Santo, Caixa Postal 16, Alto Universitário, CEP: 29.500-000, Alegre – ES.

² Professor do Departamento de Engenharia Florestal – Universidade Federal de Viçosa, CEP: 36.571-000, Viçosa – MG.

³ Analista de sistemas da Cientec - Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas Ltda. – Av. P.H. Rolfs, 305 Loja 20 – 36570-000 – Viçosa – MG.

tem muito a crescer.

Quando se comparam as florestas naturais com as plantadas, em termos de área, de acordo com SBS (2004) e Remade (2004), o Brasil apresenta, aproximadamente, 550 milhões de hectares de florestas naturais, correspondendo a aproximadamente 60% do território nacional. Por outro lado, as áreas de florestas plantadas situam-se próximo de seis milhões de hectares, valor muito inferior ao das florestas naturais. Isto demonstra que o país possui um imenso patrimônio florestal natural, embora ainda exista muito espaço para o aumento das áreas de floresta plantadas. Ainda assim, mesmo havendo uma reserva florestal natural muito maior do que a plantada no país, e mesmo sendo as florestas naturais muito mais complexas em se manejar, o manejo de florestas plantadas, em termos tecnológicos, se desenvolveu de forma mais significativa, podendo-se encontrar no país empresas de alto nível tecnológico no manejo da produção florestal e com grandes investimentos em pesquisas. Para ilustrar este fato, pode-se citar alguns dos diversos sistemas desenvolvidos para o manejo da produção de florestas plantadas, como o Planflor (Taube Netto, 1984) e mais recentemente o Sisflor (Rodrigues et al, 2000 e Rodrigues, 2001). O mesmo não ocorre quando se pensa no manejo de florestas naturais.

Por outro lado, organizar os processos de produção florestal em florestas naturais de modo a se alcançar viabilidade econômica, ambiental e sem causar prejuízos sociais é tarefa árdua. De acordo com Nobre (1999), o planejamento da produção é uma função administrativa que procura definir planos que poderiam guiar a produção de modo a determinar quanto, como e onde produzir. Contudo, tem-se observado na prática, principalmente em empreendedores de pequeno e médio porte, que os planos de manejo são elaborados de forma empírica, baseados apenas na experiência pessoal do tomador de decisão.

Embora estas situações ocorram, sem dúvida não é por falta de conhecimento tecnológico, desenvolvido principalmente por universidades e órgãos de pesquisa. Entretanto, por diversas razões, muitas vezes estas tecnologias não chegam ao destino final, no caso das florestas naturais, às empresas ou órgãos que administram estas florestas. Uma das diversas razões para que as empresas ou órgãos florestais ou ambientais não utilizem as técnicas mais modernas de manejo de florestas naturais, muitas vezes está na dificuldade de implementação destas técnicas no ambiente da empresa ou órgão. As decisões sobre o manejo de florestas naturais são normalmente cercadas por um grande número de variáveis, o que obviamente demanda a coleta de um grande número de dados, resultando normalmente num grande número de resultados (com grande esforço de processamento) e suas respectivas análises, tornando assim a tomada de decisão bastante onerosa. Sob este ponto de vista, pode-se supor que muitas vezes o elaborador de planos de manejo de florestas naturais se afasta da “decisão ideal” por não ter ao seu dispor uma ferramenta que permita realizar um número de análises maior, adequadas aos objetivos do manejo, com confiabilidade dos resultados e que sejam fáceis e rápidas de serem executadas e interpretadas.

Considerando o exposto, é objetivo deste trabalho apresentar as principais metodologias disponíveis no *software* Mata Nativa versão 2 e como elas podem contribuir para o manejo de florestas naturais no Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

O *software* Mata Nativa foi apresentado à comunidade científica no Congresso de Botânica realizado em 2002, em Recife-PE, tendo em vista a sua capacidade na realização de análises fitossociológicas. O seu desenvolvimento técnico foi orientado por pesquisadores em manejo florestal de diferentes universidades brasileiras: Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT e Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. O *software* foi implementado por especialistas em ciência da computação da empresa Cientec, localizada em Viçosa-MG, que atua na área de desenvolvimento de *softwares* científicos. A versão 2 do *software* foi desenvolvida para o sistema operacional Windows, usando o ambiente de programação Borland Delphi 7 e o banco de dados Access.

A versão 2 do *software* apresenta uma série de inovações em relação à versão anterior, com objetivo principal de tornar as análises mais abrangentes e com maior interatividade com outros programas, como o Excel e Word. As principais mudanças ocorreram na inclusão de um novo conjunto de análises e de novas funcionalidades de interface que facilitam a entrada de dados e a realização dos cálculos. As possibilidades de análises foram divididas em quatro grupos: inventário por parcelas de área fixa, inventário pelo método de quadrantes, inventário de monitoramento e inventário 100%. A Figura 1 ilustra a nova interface do programa Mata Nativa 2 para criação de projetos.

Devido à grande possibilidade de análises que o *software* é capaz de realizar, não seria possível neste trabalho apresentar todas as metodologias empregadas e toda a descrição de funcionamento do sistema. No item seguinte são apresentadas algumas das possibilidades de análises realizadas pelo *software* Mata Nativa.

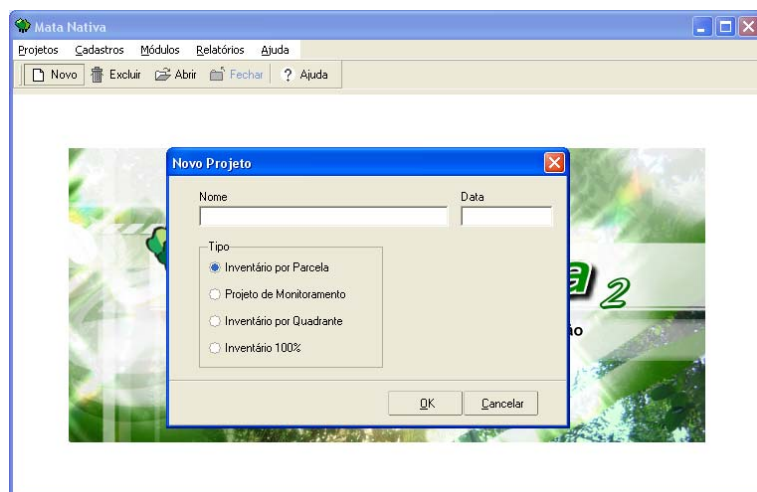


FIGURA 1- Tela para inclusão de novos projetos no Mata Nativa 2.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme já mencionado, não seria possível, pelo número de funcionalidades do sistema, apresentar todos os resultados que o *software* pode oferecer. Nesse sentido, serão demonstrados alguns resultados fornecidos pelo sistema que permitem fornecer uma idéia geral de seu funcionamento e de suas capacidades. Por outro lado, mais detalhes sobre o sistema, bem como uma versão demonstrativa, podem ser obtidas no *site* www.matanativa.com.br.

Para realizar qualquer análise no Mata Nativa é necessário que se crie um projeto, que será a referência básica para geração de resultados. Na versão 2 do Mata Nativa, é possível se criar quatro tipos de projetos a saber: inventário por parcela de área fixa, inventário pelo método de quadrantes, inventário de monitoramento e inventário 100%. Cada um dos quatro tipos conduzirá a possibilidades de análises diferentes, devendo então o usuário escolher aquele que atenda as suas necessidades de análises. O esquema apresentado no Quadro 2 ilustra os quatro tipos de projetos possíveis de serem criados e os resultados relacionados com cada um.

A seguir, serão discutidas as características gerais de cada tipo de projeto e os principais resultados que o usuário poderá obter.

QUADRO 2 – Principais funcionalidades dos quatro grupos de análise realizadas pelo Mata Nativa 2

Nome da Análise	Descrição da Análise
Inventário por parcela de área fixa	
Florística	Apresenta a florística por espécie, por família e por estrato
Diversidade	Calcula os índices de Mistura de Jentsch, Diversidade de Shannon-Weaver, Uniformidade de Pielou e Índice de Simpson
Agregação	Calcula índice de Agregação de MacGuinnes, índice de Fracker e Brischle e índice de Payandeh
Estrutura Horizontal	Estima os parâmetros da estrutura horizontal
Estrutura Vertical – Posição Sociológica	Estima a importância das espécies considerando a sua participação nos estratos verticais
Estrutura Vertical – Regeneração Natural	Estima os parâmetros de densidade, volume e dominância por classe de tamanho na regeneração natural
VIA	Estima o Valor de Importância Ampliado das espécies
VIEA	Estima o Valor de Importância Economicamente Ampliado das espécies
Estrutura Diamétrica	Calcula os parâmetros número de indivíduos, área basal e volume por espécie, classe, parcela, espécie-parcela, espécie-parcela-classe, espécie-classe e determina guias de corte via método BDq
Análise Qualitativa	Calcula os parâmetros número de indivíduos, área basal e volume para as classes das variáveis qualitativas
Valoração	Permite avaliar o valor econômico pelos seguintes agrupamentos: espécie, espécie-classe, espécie-qualidade de fuste e espécie-qualidade de fuste-classe
Amostragem	Calcula as estatísticas de amostragem pelos delineamentos casual simples e casual estratificada

Estatística	Permite gerar bancos de dados para análises estatísticas univariadas e multivariadas de modo a se comparar alternativas de manejo
Agrupamento	Calcula diversos parâmetros para as espécies, agrupados por parcela, projeto, estrato e nível de inclusão, como área basal, dominância e volume,
Inventário pelo método de quadrantes	
Florística	Apresenta a florística por espécie, por família e por estrato
Diversidade	Calcula os índices de Mistura de Jentsch, Diversidade de Shannon-Weaver, Uniformidade de Pielou e Índice de Simpson
Estrutura Horizontal	Estima os parâmetros da estrutura horizontal
Estrutura Vertical – Posição Sociológica	Estima a importância das espécies considerando a sua participação nos estratos verticais
Estrutura Diamétrica	Calcula os parâmetros número de indivíduos, área basal e volume por espécie, classe, parcela, espécie-parcela, espécie-parcela-classe, espécie-classe e determina guias de corte via método BDq
Análise Qualitativa	Calcula os parâmetros de número de indivíduos, área basal e volume pelas classes das variáveis qualitativas
Estatística	Permite gerar bancos de dados para análises estatísticas univariadas e multivariadas de modo a se comparar alternativas de manejo
Agrupamento	Calcula diversos parâmetros para as espécies, agrupados por parcela, projeto, estrato e nível de inclusão, como área basal, dominância e volume,
Inventário de monitoramento	
Análises para cada inventário de monitoramento	Permite realizar todas as análises disponíveis no Inventário por parcelas de área fixa
Incrementos periódicos	Permite calcular o incremento periódico anual
Estimativas médias de Incremento periódico	Calcula as estimativas médias de incremento periódico por classe de diâmetro
Ingressos	Calcula o número de ingressos em cada classe de diâmetro
Mortes	Calcula o número de mortes em cada classe de diâmetro
Incremento Periódico Bruto e Líquido	Calcula o crescimento bruto e líquido de área basal e volume
Inventário 100%	
Estrutura Diamétrica	Calcula os parâmetros de número de indivíduos, área basal e volume por árvores, espécie, classe, talhão, espécie-talhão, espécie-talhão-classe, espécie-classe, qualidade de fuste-espécie-classe e qualidade de fuste-espécie, separando em cada análise as árvores selecionadas e não selecionadas para corte
Mapa de exploração	Permite desenhar e editar o mapa de exploração dos talhões

Projetos para inventários de parcelas de área fixa

Este tipo de projeto está relacionado a inventários temporários para levantamentos fitossociológicos ou, por exemplo, para levantamentos da produção em termos de área basal ou volume. Neste tipo de inventário, pode-se trabalhar com variáveis dendrométricas quantitativas tradicionais (diâmetro, altura, volume, comprimento da copa, etc.), bem como com variáveis qualitativas, como qualidade do fuste, sanidade do fuste, grupos ecofisiológicos, grupos de uso, etc. Uma inovação da versão 2 do sistema é a possibilidade do usuário definir novas variáveis além das tradicionalmente utilizadas. Tem-se como pressuposto básico que as áreas das parcelas amostradas sejam iguais para que os cálculos possam ser realizados.

Para entrada de dados no sistema, foram criados diversos mecanismos para conferência de possíveis erros de digitação ou coleta de dados, como sistemas de buscas e filtragens. A Figura 2 ilustra a entrada de dados do sistema com algumas das informações a serem fornecidas.

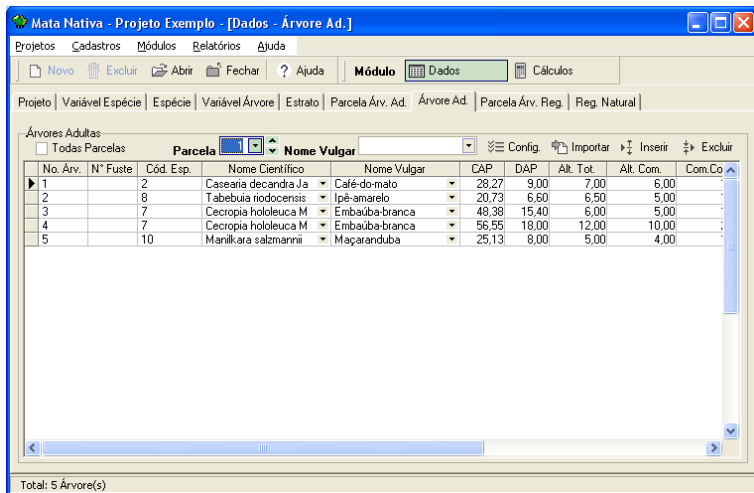


FIGURA 2 – Ilustração da entrada de dados para projetos de parcela de área fixa.

Uma vez cadastrados todos os dados necessários, quantitativos e qualitativos, pode-se realizar todas as análises correspondentes aos inventários por parcelas de área fixa apresentadas no esquema do Quadro 2. É importante ressaltar que as metodologias de análises realizadas pelo *software* estão na sua maioria referendadas pela literatura pertinente. No caso da análise das características da vegetação, pode-se citar, como exemplo, Finol-Urdaneta (1971); Mueller-Dombois & ElleMBERG (1974); Greig-Smith (1983); Pielou (1975) e Pielou (1984); Rosenzweig (1995). Em função do espaço limitado e da grande quantidade de análises que o *software* é capaz de realizar, não seria possível apresentar todas as metodologias empregadas. Contudo, o programa tem um guia do usuário disponível no site www.cientec.net que descreve todas as metodologias empregadas pelo sistema em detalhes. Além disso, os interessados na elaboração de planos de manejo podem ter a disposição ferramentas importantes que oferecem diversas possibilidades de construir tabelas de produção baseadas em equações de volume. Tais tabelas permitem uma avaliação rápida e individual das espécies de interesse para o manejo florestal, como estão distribuídas na floresta e nas diferentes classes de tamanho. Neste tipo de projeto é possível também se calcular, entre outras coisas, as estatísticas do inventário florestal realizado pelos delineamentos aleatório simples e estratificado, de modo a se inferir sobre a precisão do mesmo.

É importante dizer que os resultados são, em sua maioria, apresentados na forma de gráficos e tabelas, podendo ser compartilhados com outros programas como o Excel e o Word. A Figura 3 mostra um exemplo de resultado gerado pelo programa e a Figura 4 mostra um gráfico de distribuição diamétrica também elaborado pelo programa.

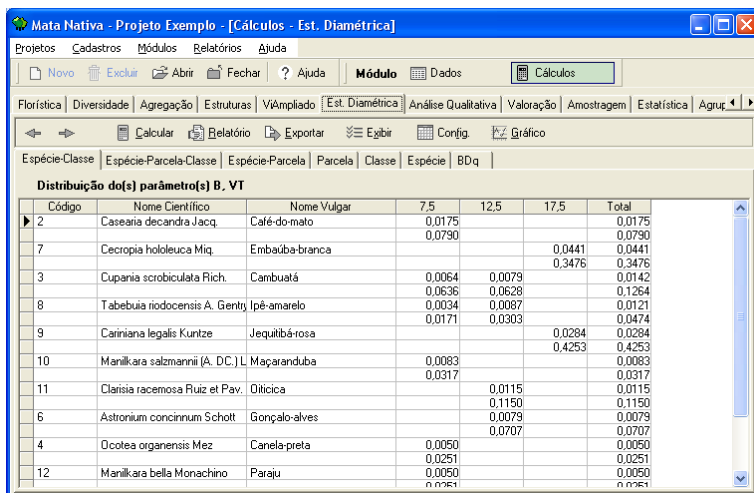


FIGURA 3 – Tela de resultado da estrutura diamétrica do Mata Nativa 2.

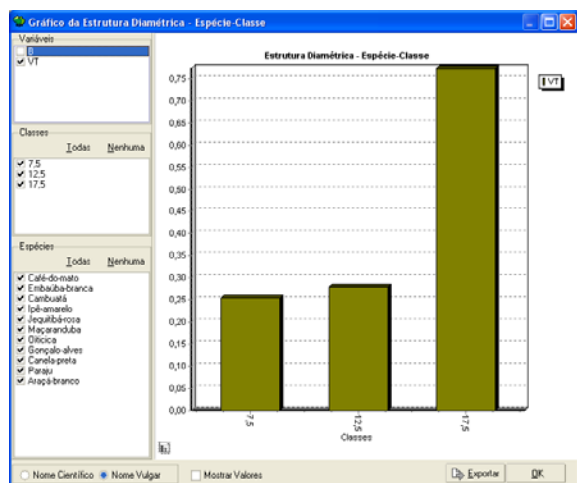


FIGURA 4 – Gráfico do resultado da estrutura diamétrica no Mata Nativa 2.

Projetos para análise fitossociológica pelo método de quadrantes

O método de quadrantes (Cottam & Curtis, 1956), é, dentre os métodos de amostragem por ponto, ou amostragem de área variável, ou métodos de distâncias, o mais empregado, particularmente, nos levantamentos fitossociológicos. Quando comparado ao método de parcelas de área fixa, o método de quadrantes apresenta, segundo Cottam & Curtis (1956), as seguintes vantagens: maior rapidez e eficiência; menor necessidade de equipamentos e pessoal; e a não necessidade de ajuste nas áreas das parcelas em função da densidade da vegetação inventariada.

Considerando então a importância deste método, tal como justificado anteriormente, foi uma preocupação dos autores disponibilizar o seu uso como alternativa ao método de parcela de área fixa. Assim, os usuários do programa Mata Nativa poderão escolher entre ambas as metodologias para a realização de análises fitossociológicas de acordo com seus interesses.

A Figura 5 mostra os resultados de uma análise feita pelo método de quadrantes empregando-se o programa Mata Nativa. Outras opções de cálculo para o método de quadrantes podem ser observadas na Figura 2.

Código	Nome Científico	Nome Vulgar	ni	Ui	ABi	DA	DR	FA	FR
2	Casearia decandra Jacq.	Café-do-mato	4	4	0,018	10,00	22,22	100,00	23,53
7	Cecropia hololeuca Miq.	Embauba-branca	2	1	0,044	5,00	11,11	25,00	5,88
3	Dupania scrobiculata Rich.	Cambuatalá	2	2	0,014	5,00	11,11	50,00	11,76
8	Tabebeba riodocensis A. Geny	Ipê-amarelo	2	2	0,012	5,00	11,11	50,00	11,76
9	Casipoua legalis Kunze	Jesuitibárosa	1	1	0,028	2,50	5,56	25,00	5,88
10	Manilkara salzmannii (A. DC.) L.	Maçaranduba	2	2	0,008	5,00	11,11	50,00	11,76
11	Clusia racemosa Ruiz et Pav.	Oiticica	1	1	0,011	2,50	5,56	25,00	5,88
6	Astronium concinnum Schott	Gonçalo-alves	1	1	0,008	2,50	5,56	25,00	5,88
4	Ocotea organensis Mez	Canela-preta	1	1	0,005	2,50	5,56	25,00	5,88
12	Manilkara bella Monachino	Paraju	1	1	0,005	2,50	5,56	25,00	5,88
1	Myrcia lineata (Berg) Barroso	Araçá-branco	1	1	0,002	2,50	5,56	25,00	5,88
		*** Total	18	4	0,156	45,00	100,00	425,00	100,00

FIGURA 5 – Tela da estrutura horizontal do inventário por quadrante no Mata Nativa 2.

Projetos para inventários de monitoramento

Os projetos para inventários de monitoramento, como o próprio nome sugere, se prestam para analisar dados oriundos de inventários permanentes que têm como objetivo principal avaliar os processos de dinâmica de desenvolvimento da floresta. Deste modo, todos os cálculos relativos à dinâmica do crescimento são efetuados, tais como: ingresso e saída de árvores nas classes diamétricas, mortalidade, crescimento, entre outros (ver maiores detalhes no Quadro 2). Além disto, este módulo permite comparar a composição florística e a estrutura da floresta em diferentes idades, podendo-se verificar diferenças ecológicas ocorridas na floresta no período de tempo analisado. A Figura 6 mostra um exemplo de resultado obtido para um projeto de monitoramento.

Parcela	Anvore	Espécie	Status	03/1986	04/1989	05/1992	03/1986 - 04/1989	04/1989 - 05/1992	Acumulado	IPA
5	164	1	S	106,19	106,81	110,00	0,62	3,19	3,81	0,619
1	91	2	S	75,40	76,97	78,00	1,57	1,03	2,60	0,422
1	93	2	S	53,41	54,98	55,00	1,57	0,02	1,59	0,258
1	164	2	S	92,36	93,31	95,00	0,95	1,69	2,64	0,428
1	187	2	S	62,83	64,72	66,00	1,89	1,28	3,17	0,514
1	226	2	S	40,84	42,41	44,00	1,57	1,59	3,16	0,512
1	240	2	S	43,98	47,12	48,00	3,14	0,88	4,02	0,652
1	244	2	S	64,40	66,92	68,00	2,52	1,08	3,60	0,584
2	8	2	S	42,10	44,30	50,00	2,20	5,70	7,90	1,281
2	37	2	S	72,57	73,83	78,00	1,26	4,17	5,43	0,881
2	73	2	S	65,97	67,23	71,00	1,26	3,77	5,03	0,816
2	160	2	M	33,93	0,00	0,00	-	-	-	-
2	199	2	S	46,50	49,01	53,00	2,51	3,99	6,50	1,054
2	229	2	S	36,13	38,33	40,00	2,20	1,67	3,87	0,628
2	237	2	S	33,62	34,56	35,50	0,94	0,94	1,88	0,305
2	295	2	S	48,07	48,38	50,00	0,31	1,62	1,93	0,313
2	341	2	S	32,04	32,99	40,00	0,95	7,01	7,96	1,291
2	357	2	I	0,00	33,30	38,50	-	5,20	5,20	1,686
2	361	2	I	0,00	31,42	35,00	-	3,58	3,58	1,161
3	132	2	S	51,21	55,29	61,00	4,08	5,71	9,79	1,588
3	144	2	S	53,41	53,72	56,00	0,31	2,28	2,59	0,420
3	183	2	S	48,69	51,84	57,00	3,15	5,16	8,31	1,348
4	268	2	I	0,00	0,00	33,00	-	-	-	-

FIGURA 6 – Tela de resultado do monitoramento no Mata Nativa 2.

Projetos para inventário 100%

Projetos para inventário 100% estão relacionados a uma preocupação prática relativamente recente no manejo de florestas naturais no Brasil que é avaliar todas as árvores existentes em uma determinada área, normalmente a unidade de manejo, com potencial comercial para exploração em um determinado ano. Neste módulo de análise procura-se seguir a metodologia proposta por Amaral et al. (1998) por ter acumulado uma grande e proveitosa experiência prática em inventários 100% na região amazônica. Com este propósito, é possível selecionar as árvores com potencial para serem cortadas e evitar o corte de espécies em situação contrária, ou seja, com baixo valor comercial, protegidas por leis ou consideradas matrizes. Este módulo de análise está diretamente relacionado com o processo produtivo de manejo florestal. Por ele é possível construir tabelas sobre o volume a ser efetivamente explorado, considerando também variáveis como o número de árvores e a área basal. O usuário pode também simular, de maneira rápida e fácil, diferentes cenários de exploração da floresta, de modo a avaliar melhor o que seria mais interessante para os seus propósitos. O sistema permite ainda a elaboração de mapas de exploração, que são atualmente exigidos pelo IBAMA, havendo interação na construção dos mapas com sistemas de informações geográficas existentes no mercado. A Figura 7 ilustra o módulo de análises relativo ao inventário 100%.

CONCLUSÕES

Pelo que foi apresentado ao longo do trabalho, pode-se concluir que o *software* Mata Nativa é uma ferramenta computacional que pode ter muitas aplicações no manejo de florestas naturais, tendo em vista todas as possibilidades de análise apresentadas no Quadro 2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, P.H.C., VERÍSSIMO, J.A.O., BARRETO, P.G., VIDAL, E.J.S. **Floresta para sempre: um manual para produção de madeira na Amazônia**. Belém: IMAZON. 1998.137 p.
- COTTAM, G e CURTIS, J.T. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology**. v. 3, p. 451-460. 1956.
- FINOL-URDANETA, H. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. **Revista Forestal Venezolana**. v. 14, n. 21, p. 29-42, 1971.
- GREIG-SMITH, P. Quantitative plant ecology. Oxford. **Blackwell Publ.** p. 227-289. 1983.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO. **Fórum de Competitividade – Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis**. Brasília. 2002. 13p.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974. 547p.
- NOBRE, S.R., 1999. **A heurística da Razão-R aplicada a problemas de gestão florestal**. Dissertação de Mestrado em Administração Rural - Universidade Federal de Lavras - MG. Lavras: UFLA. 129p.

PIELOU, E.C. **Ecological diversity**. New York. Ed. Wiley, 1975. 283p.

PIELOU, E.C. **The interpretation of ecological data. A primer on classification and ordination**. New York. John Wiley & Sons, Inc. 1984. 321p.

REMADE, Revista da Madeira, 2004. Disponível em: <http://www.sbs.org.br/informacoes>.

RODRIGUES, F.L. **Metaheurística e sistema de suporte à decisão no gerenciamento de recursos florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 225p. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.

RODRIGUES, F.L.; LEITE, H.G.; ALVES, J.M. *SisFlor* – um sistema de suporte à decisão em planejamento florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 32, 2000, Viçosa. **Anais**. Viçosa: UFV, 2000. p. 974-995.

ROSENZWEIG, M.L. **Species diversity in space and time**. Cambridge. Cambridge University Press. 1995. 434p.

SBS, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2004. Disponível em: <http://www.sbs.org.br/estatisticas>.

TAUBE NETTO, M. Um modelo de programação linear para planejamento de florestas de eucalipto. **Pesquisa Operacional**, Campinas, 4(1), p.19-39, 1984.

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE *Acacia mearnsii* DE WILD. EM DIFERENTES TIPOS DE PREPARO DE SOLO

GROWTH OF *Acacia mearnsii* DE WILD. PLANTS IN DIFFERENT SOIL TILLAGE

Mauro Valdir Schumacher¹ João Viane M. da Silva² Gelson Pase Dal Ross² Elias Moreira³

RESUMO

Este estudo foi realizado na Fazenda Menezes, projeto Menezes II B, distrito de Capão Comprido, no município de Butiá-RS. Foram demarcados 3 blocos com 6 parcelas cada, com dimensões de 30 m x 40 m (1200 m²). O espaçamento utilizado neste experimento é 3 m x 1,33 m utilizando-se bordadura dupla para a sua avaliação. Os tratamentos (tipos de preparo de solo) empregados foram: T1 = Plantio de mudas sem o preparo de solo (Roundup na linha de plantio); T2 = Plantio de mudas com gradagem em faixa (0,70 m); T3 = Plantio de mudas com escarificação (1 haste parabólica a 45 cm de profundidade); T4 = Plantio de mudas com escarificação (3 hastes parabólicas a 45 cm de prof.); T5 = Plantio de mudas com escarificação (1 haste parabólica a 45 cm de prof.) + gradagem em faixa (0,70 m); T6 = Plantio de mudas com escarificação (3 hastes parabólicas a 45 cm de prof.) + gradagem em faixa (0,70 m). O experimento foi instalado em agosto de 2001. O delineamento estatístico empregado foi o de blocos ao acaso com três repetições. Aos 24 meses de idade, foram medidos a altura total e diâmetro à altura do peito (DAP) das plantas de Acácia-negra. Para o cálculo do volume de madeira por hectare foi utilizado o fator de forma 0,55 usando-se as variáveis medidas. De posse destas dadas variáveis realizou-se análise estatística. O preparo de solo que proporcionou maior incremento em volume de madeira foi o Tratamento 2; A subsolagem com uma haste (cultivo mínimo) poderá continuar sendo adotado como preparo padrão nas áreas da empresa, tendo em vista ser mais ecológica e não diferir estatisticamente do Tratamento 2.

Palavras-chave: Tipo de preparo de solo, acácia-negra.

ABSTRACT

This study was accomplished on Fazenda Menezes, project Menezes II B, district of Capão Comprido, in the county of Butiá-RS. 3 blocks with 6 plots were demarcated, with dimensions of 30 m x 40 m (1200 m²). The spacing used in this experiment is 3 m x 1,33 m using double boards for its evaluation. The treatments (types of soil preparation) used were: T1 = Planting of seedlings without the soil preparation (Roundup in the planting line); T2 = Planting of seedlings with raiing in strip (0,70 m); T3 = Planting of seedlings with scarification (1 parabolic stem to 45 cm of depth.); T4 = Planting of seedlings with scarification (3 parabolic stems to 45 cm of depth); T5 = Planting of seedlings with scarification (1 parabolic stem to 45 cm of depth) + raiing in strip (0,70 m); T6 = Planting of seedlings with scarification (3 parabolic stems to 45 cm of depth) + raiing in strip (0,70 m). The experiment was installed in August, 2001. The statistic design was randomized blocks with three repetitions. At 24 months years old, the total height and the diameter at breast height (DBH) of the plants of black wattle. To calculate the wood volume per hectare, a form factor of 0,55 was used. After the data collection, a statistical analysis was conducted. The soil tillage that gave a better improvement in wood volume was the Treatment 2; the sub soiling with one stem can still be used as a pattern in the areas of the company, because it is more ecological and doesn't differ statistically from the Treatment 2.

Key words: Soil tillage, black wattle.

INTRODUÇÃO

O sucesso da implantação de um povoamento florestal depende da espécie utilizada, qualidade das mudas produzidas, do tipo de preparo de solo, da adubação e dos tratos culturais empregados. Existem várias maneiras de preparar o solo, por ocasião do plantio de uma floresta. Isto vai depender das condições topográficas da área, dos equipamentos e dos recursos disponíveis, etc.

O preparo de solo compreende um conjunto de operações que quando usadas racionalmente, podem manter ou elevar os índices de produtividade florestal, bem como, reduzir a erosão e a relação custo/benefício dos recursos disponíveis, como por exemplo: mão-de-obra, máquinas, implementos, combustível, insumos, etc.

¹ Prof. Dr. nat. techn. de Ecologia e Nutrição Florestal. Departamento de Ciências Florestais/CCR/UFSM, E-mail: schuma@ccr.ufsm.br

² Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria.

³ Engenheiro Florestal da Empresa SETA-S.A., Estância-Velha, RS.

Ainda hoje existem grandes lacunas a respeito do melhor tipo de preparo de solo para a implantação de um mato florestal. Normalmente surgem dúvidas como: preparo convencional em área total, preparo em faixas, escarificação na linha de plantio, subsolagem, uso de arado terraceador, uso de grade Bedding entre outros.

O uso racional do solo requer bom conhecimento dos potenciais efeitos dos sistemas de conservação e cultivo, além de suas características e propriedades. Sendo assim, a manutenção ou melhoria do potencial produtivo e a preservação ambiental em longo prazo dependem deste conhecimento. Se o sistema de manejo de solo for inadequado pode causar danos a sua estrutura alterando funções fundamentais como por exemplo, aeração, capacidade de absorção e drenagem de água.

Na visão sistêmica do manejo sustentado o nível de produtividade ecologicamente adequado para um determinado ecossistema a longo prazo, pode ser inferior ao atingido em curto prazo com uso intenso de tecnologia, mas em contra partida, o risco de exaustão de recursos naturais e de comprometimento de processos básicos do ecossistema é menor.

É importante salientar, no entanto, que o efeito do preparo de solo não depende somente do tipo de implemento empregado, mas também da forma e intensidade de seu uso.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento de plantas de *Acacia mearnsii* em diferentes formas de preparo de solo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os primeiros florestamentos realizados nas décadas de 60 e 70 aplicaram métodos convencionais de preparo de solo usados em áreas agrícolas (culturas anuais). O preparo primário de solo era realizado com arado (de disco ou aiveca) e grade leve ou, em solos leves (textura arenosa ou média), usa-se a grade pesada. A concepção vigente era de que as espécies florestais precisavam de preparo intensivo de solo, com ganhos de produtividade que justificavam os custos operacionais (Fonseca 1978 *apud* Gonçalves *et al.* 2002).

Conforme Castro (1995), através do preparo convencional do solo, camadas sub-superficiais compactadas podem ser formadas gradativamente pelas operações de preparo feitas sempre na mesma profundidade. A cada passada pelo solo, qualquer implemento de preparo provoca a compactação de uma fina camada que pode ser agravada pelo excesso de umidade no momento da operação. Ainda de acordo com o mesmo autor, se o implemento estiver regulado sempre na mesma profundidade, esta camada, aos poucos vai ficando tão densa, que acaba dificultando a infiltração de água no solo e a penetração de raízes, reduzindo o desenvolvimento da planta.

O cultivo mínimo é um processo de implantação florestal que se baseia na realização de operações mínimas, de tal modo a propiciar a adição dos nutrientes ao solo, o plantio de mudas no campo e o controle da matocompetição, sem, contudo causar prejuízo no desenvolvimento e na produtividade do povoamento florestal (Zen *et al.*, 1995).

O cultivo mínimo do solo mantém ou melhora suas características físicas, sua atividade biológica e fertilidade, reduzindo as perdas de nutrientes do ecossistema, as infestações de plantas invasoras e as despesas de implantação, com aumento da eficiência operacional das atividades de campo (Gonçalves, 2000 *apud* Rossato, 2003).

Silva (1997) *apud* Rossato (2003) observou a redução na invasão de plantas invasoras em áreas de cultivo mínimo (preparo em linha e manutenção de resíduos) quando comparadas em áreas de cultivo intensivo (preparo em área total e incorporação de resíduos).

A prática do cultivo mínimo como técnica de manejo de solo surgiu inicialmente como uma necessidade de reduzir o custo de implantação através da adequação das práticas de conservação de solo e diminuir os impactos ambientais decorrentes das queimadas de limpeza.

Estudos de avaliação de raízes de *Acacia mearnsii*, realizados por Schumacher *et al.* (1999), evidenciaram que nas áreas de plantio direto de sementes um dos grandes limitantes ao desenvolvimento do sistema radicular, é a elevada densidade aparente do solo ($> 1,5 \text{ g cm}^{-3}$) na camada que vai de 20 a 30 cm de profundidade.

Também Ferreira & Morais (1995) *apud* Gonçalves (2002), verificaram em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* aos 48 meses, alta correlação entre a produção (volume de madeira) e a densidade das camadas superficiais de solo.

As técnicas associadas ao cultivo mínimo do solo requerem constante avaliação e adaptação às mais diferentes situações de trabalho e à disponibilidade de equipamentos no mercado ou na propriedade. Portanto, caracteriza-se como um processo dinâmico. O sistema não é, portanto, um pacote fechado, com padrão pré-definido. Apresenta peculiaridades inerentes a cada sítio florestal, as quais devem ser tratadas caso a caso (Gava, 2002).

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi instalado na Fazenda Menezes, projeto Menezes II B, distrito de Capão Comprido, no município de Butiá-RS.

Inicialmente foi escolhido um local que apresentava condições de sítio semelhantes. Onde foram demarcados 3 blocos com 6 parcelas cada, com dimensões de 30 m x 40 m (1200 m²).

As plantas encontram-se arranjadas num espaçamento de 3 m x 1,33 m e para a avaliação do experimento foi utilizada bordadura dupla.

Os tratamentos, tipos de preparo de solo empregados foram os seguintes:

- T1 = Plantio de mudas sem o preparo de solo (Roundup na linha de plantio);
- T2 = Plantio de mudas com gradagem em faixa (0,70 m);
- T3 = Plantio de mudas com escarificação (1 haste parabólica a 45 cm de prof.);
- T4 = Plantio de mudas com escarificação (3 hastes parabólicas a 45 cm de prof.);
- T5 = Plantio de mudas com escarificação (1 haste parabólica a 45 cm de prof.) + gradagem em faixa (0,70 m);
- T6 = Plantio de mudas com escarificação (3 hastes parabólicas a 45 cm de prof.)+ gradagem em faixa (0,70m).

O experimento foi instalado em agosto de 2001. O delineamento estatístico empregado foi o de blocos ao acaso com três repetições.

Para o plantio, foram utilizadas mudas de laminado, selecionadas de acordo com o padrão de qualidade da empresa. Antes do plantio foi realizada uma adubação de 180 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅- K₂O da fórmula 10:30:10, conforme recomendação. Os tratos culturais envolveram basicamente o combate a formigas e roçadas.

Aos 24 meses de idade, foram medidos a altura total e diâmetro à altura do peito (DAP) das plantas. Para o cálculo do volume de madeira por hectare foi utilizado o fator de forma 0,55 usando-se as variáveis diâmetro (DAP) e altura total. Para a transformação do volume em m³ para mst foi empregado o fator de cubicação de 1,5 utilizado pela Empresa SETA – S.A.

De posse dos dados, inicialmente foi realizado uma análise de variância para ver se existiu diferença entre os blocos e/ou tratamentos. Também foi feita uma comparação de médias segundo o teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1, são apresentados os valores da análise de variância para as variáveis altura total média, diâmetro e volume por hectare de madeira das plantas de *Acacia mearnsii*.

TABELA 1 – Análise de variância para a altura, diâmetro (DAP) e volume de madeira por hectare.

Altura total (m)					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Ft
Blocos	2	0,0478	0,0239	0,26 ^{ns}	4,10
Trat	5	0,8978	0,1796	1,98 ^{ns}	3,33
Resíduo	10	0,9056	0,0906		
Total	17	1,8511			
DAP (cm)					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Ft
Blocos	2	0,1200	0,0600	0,56 ^{ns}	4,10
Trat	5	1,5317	0,3063	2,85 ^{ns}	3,33
Resíduo	10	1,0733	0,1073		
Total	17	2,7250			
Volume de madeira (m st)					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Ft
Blocos	2	118,2580	59,1290	2,58 ^{ns}	4,10
Trat	5	1051,8444	210,3689	9,17*	3,33
Resíduo	10	229,4783	22,9478		
Total	17	1399,5807			

* Existe diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não existe diferença significativa.

Na Tabela anterior, verifica-se que não existe diferença estatística significativa entre blocos para quaisquer variáveis; e a única variável que apresentou esta diferença ao nível de tratamento foi o volume de madeira.

Na Tabela 2, verifica-se o teste de comparação de médias para as variáveis: altura total média, diâmetro (DAP) e volume por hectare de madeira.

A partir de uma análise global da Tabela 2, é possível verificar que o tratamento T2 (gradagem em faixa 0,70 m) e o tratamento T1 (sem preparo), apresentaram os maiores e os menores valores para todas as variáveis, respectivamente.

Com relação a altura total das plantas de *Acacia mearnsii*, os tratamentos não diferenciaram-se estatisticamente entre si. O mesmo aconteceu para a variável diâmetro.

Quanto ao volume de madeira, somente o T1 apresentou diferença estatística em relação aos demais tratamentos. Com base nos tratamentos 1, 2 e 3, a Tabela 3, apresenta o cálculo da Renda Bruta, valendo-se da relação em que cada mst (metro estéreo) de madeira equivale a R\$ 45,00.

TABELA 2 – Médias de tratamentos para as variáveis altura total, diâmetro à altura do peito (DAP) e volume de madeira.

Variável	Tratamento	Média
Altura total (m)	2	8.50 a ^{1/}
	3	8.37 a
	6	8.30 a
	5	8.27 a
	4	8.10 a
	1	7.80 a
DAP (cm)	2	8.03 a
	5	8.03 a
	6	8.03 a
	3	8.00 a
	4	7.97 a
	1	7.23 a
Volume de madeira (m st ha ⁻¹)	2	64.0980 a
	3	62.5640 a
	5	60.9740 a
	4	58.6187 a
	6	58.4917 a
	1	41.1517 b

Sendo: T1 = Plantio de mudas sem o preparo de solo (Roundup na linha de plantio); T2 = Plantio de mudas com gradagem em faixa (0,70 m)*; T3 = Plantio de mudas com escarificação (1 haste parabólica a 45 cm de prof.)*; T4 = Plantio de mudas com escarificação (3 hastes parabólicas a 45 cm de prof.)*; T5 = Plantio de mudas com escarificação (1 haste parabólica a 45 cm de prof.) + gradagem em faixa (0,70 m)*; T6 = Plantio de mudas com escarificação (3 hastes parabólicas a 45 cm de prof.) + gradagem em faixa (0,70 m)*, (* tratamentos com aplicação de GAMIT como pré-emergente).^{1/} Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Observa - se que o Tratamento 2 (Tabela 3) apresentou uma maior Renda Bruta, sendo que o preparo com uma simples gradagem poderia ser o mais recomendado, no entanto, as perdas de solo e nutrientes através da erosão podem ser enormes dependendo da inclinação do terreno, não sendo esta prática de cultivo a mais recomendada ambientalmente.

Para amenizar os impactos ecológicos e econômicos deve-se utilizar o preparo reduzido, ou seja Tabela 3 escarificação na linha de plantio com apenas uma haste, já que os preparos não diferiram estatisticamente entre si quanto ao volume de madeira (Tabela 2).

TABELA 3 – Renda bruta para o volume de madeira em função do tipo de preparo de solo.

Tratamento	Situação	R\$ ha ⁻¹
T1	Sem preparo de solo	1.851,8
T2	gradagem em faixa	2.884,4
T3	escarificação (1 haste)	2.815,4

É importante a continuidade das medições das variáveis altura e diâmetro ao longo do tempo, pois aí será possível a verificação do comportamento do crescimento das plantas em função do preparo de solo empregado.

CONCLUSÃO

Após dois anos do desenvolvimento das plantas de *Acacia mearnsii*, é possível concluir parcialmente que: o preparo de solo que proporcionou maior incremento em volume de madeira foi o Tratamento 2 (gradagem na faixa de plantio); a subsolagem com uma haste (cultivo mínimo) poderá continuar sendo adotado como preparo padrão nas áreas da empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, O. M. Cultivo mínimo e propriedades físicas do solo. In: Seminário sobre cultivo mínimo em florestas, 1, Curitiba, 1995. **Anais...** Curitiba, 1995 p. 34-42.

GAVA, J. L. Cultivo Mínimo de Solos com textura Arenosa e Média em Áreas Planas e Suave-Onduladas. In: GONÇALVES, J. L. M., STAP, J. L. Conservação e Cultivo de Solos para Plantações Florestais. **IPEF**, Piracicaba – SP, 2002, p. 225.

GONÇALVES, J. L. M. Principais solos usados para plantações florestais. In: GONÇALVES, J.L.M. & STAPE, J.L. (eds.) Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba, **IPFE**, 2002. p.1-45.

GONÇALVES, J. L. M., STAP, J. L., WICHERT, M. C. P., GAVA, J. L. Manejo de resíduos vegetais e preparo de solo. In: GONÇALVES, J. L. M. & STAP, J. L. **Conservação e Cultivo de Solos para Plantações Florestais**. IPEF, Piracicaba – SP, 2002, p. 133-204.

ROSSATO, A. A. de. **Efeito da Subsolagem na Descompactação de Solos em Áreas de Pastagens Naturais**. Relatório de estágio na Empresa Klabin Riocell . S.A. Dezembro, 2003.

SCHUMACHER, M. V. *et al.* Estudos da arquitetura do sistema radicular de plantas de *Acacia mearnsii* no estado do Rio Grande do Sul. 1999. Dados não publicados.

ZEN, S., YONEZAWA, J. T., FELDEBERG. J. E. Implantação de florestas no sistema de cultivo mínimo. In: Seminário sobre cultivo mínimo em florestas, 1, Curitiba, 1995. **Anais...** Curitiba, 1995 p. 65-72.

ACÚMULO DE BIOMASSA DE GALHOS EM PROCEDÊNCIAS DE *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis*
E *Eucalyptus cloeziana* PLANTADAS NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA – RS ⁴

BRANCHES BIOMASS ACCUMULATION IN PROVENANCES OF *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis*
AND *Eucalyptus cloeziana* PLANTED IN THE COUNTY OF SANTA MARIA - RS

Cleber Witt Saldanha¹ Amilton José Kanieski² Bruna Denardin da Silveira³ Cedinara Arruda Santana³
Daiane Soares Caporal³ Mauro Valdir Schumacher³

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o acúmulo de galhos em procedências de *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* plantadas no município de Santa Maria – RS. A coleta do material foi efetuada em amostras de 9 m², retiradas de uma área de testes de procedências de eucalipto, implantada em 1991 no Campus da UFSM, em 3 parcelas com espaçamento 3 m x 2 m. Concluiu-se que o *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus urophylla*, apresentaram um acúmulo de galhos sobre o solo de 5,47; 3,61 e 2,49 Mg.ha⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus cloeziana*, crescimento, biomassa.

ABSTRACT

This work had as objective to evaluate the accumulation of branches in provenances of *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus cloeziana* planted in the county of Santa Maria - RS. The collection of the material was conducted in samples of 9 m², taken from an area of tests of eucalyptus provenances, implanted in 1991 in the Campus of UFSM, in a planting space of 3 m x 2 m. It was concluded that the *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus cloeziana* and *Eucalyptus urophylla*, showed an accumulation of branches on the soil of 5,47; 3,61 and 2,49 Mg.ha⁻¹, respectively.

Key words: *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus cloeziana*, growth, biomass.

INTRODUÇÃO

Originário da Austrália, o gênero *Eucalyptus*, com mais de seiscentas espécies, encontra em nosso ambiente condições ideais para um crescimento significativo (Lima, 1996). A introdução do gênero *Eucalyptus*, no Brasil, ocorreu no início do século XIX, com evidências de que as primeiras árvores foram plantadas em 1825, no Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

O gênero *Eucalyptus* é conhecido por sua grande variabilidade genética. São centenas de espécies com propriedades físicas e químicas tão diversas que fazem com que os eucaliptos sejam usados para as mais diversas finalidades. Mesmo dentro de uma mesma espécie, propriedades podem variar marcadamente, fazendo com que determinadas progênies ou procedências sejam apropriadas para um determinado uso e que outras sejam totalmente inadequadas (Pereira *et al.*, 2000).

As florestas plantadas com espécies de rápido crescimento representam uma importante alternativa para a produção de matéria-prima, bem como a associação com outras culturas com a finalidade da diversificação da produção.

Esta consorciação de árvores com culturas agrícolas é chamada de sistema agroflorestal. Sob o termo geral de sistemas agroflorestais, vários subsistemas ou práticas agroflorestais podem ser estabelecidos. O aspecto principal em todos eles é a presença deliberada do componente florestal para fins de produção, proteção, ou visando as duas coisas simultaneamente (Lima, 1996). As espécies de eucaliptos podem desempenhar uma função importante nesse contexto, como árvores de utilização múltipla, adequadas a vários sistemas agroflorestais. Em comparação com os sistemas convencionais de uso da terra, a agrossilvicultura tem principalmente o objetivo de permitir maior diversidade e sustentabilidade.

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal (UFSM), bolsista PIBIC-CNPq. E-mail: clebersaldanha@yahoo.com.br

² Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal (UFSM).

³ Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais (UFSM).

⁴ Trabalho desenvolvido na disciplina de Silvicultura Especial do Curso de Eng. Florestal da UFSM.

Assim, para a seleção das espécies arbóreas de um sistema agroflorestal deve-se considerar que as árvores poderão, em geral, competir com as culturas agrícolas (Lima, 1996). Conseqüentemente, torna-se importante o conhecimento do acúmulo de galhos sobre o solo, pois, em um sistema agroflorestal pode resultar na exclusão de algumas culturas agrícolas normalmente mais sensíveis a estas condições.

O objetivo do presente trabalho foi de avaliar o acúmulo de biomassa de galhos em procedências de *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* plantadas no município de Santa Maria – RS.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Devido a grande variabilidade de espécies, o gênero *Eucalyptus* revela que povoamentos podem ser formados nas mais diversas condições ambientais. A maioria dos indivíduos desse gênero possuem características fenotípicas adequadas para usos diversos (Lima, 1996).

Segundo Marchiori & Sobral (1997), o *Eucalyptus urophylla* trata-se de uma árvore de grande porte, de tronco reto e folhagem verde-brilhante. Originário das Florestas tropicais da Indonésia, Timor e certas ilhas das Filipinas, cresce em torno da latitude de 8°30'10" S e em altitudes de 350 m a quase 3000 m, preferindo solos profundos, bem drenados e de textura franca ou franco-argilosa. Fornece madeira castanho-avermelhada, que se indica para construções em geral, carpintaria, lenha e celulose.

O *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden é amplamente utilizado no Brasil para a produção de madeira para celulose. Trata-se de uma espécie subtropical com origem australiana (norte de Nova Gales do Sul e Sul de Queensland) (Lamprecht, 1990). É uma árvore de grande porte (até 55 m), com tronco robusto, copa aberta e casca fibrosa, claro-acinzentada na base do tronco (1 a 2 m), mas lisa, esbranquiçada ou acinzentada na parte superior. Prefere solos limosos, férteis e bem drenados. Sua madeira possui densidade de 0,62 g cm⁻³ e é de grande importância comercial, podendo ser utilizada para postes, carpintaria, parquet, caixas, celulose e energia (Schumacher, 2000).

A espécie *Eucalyptus cloeziana* é encontrada na Austrália em três ecótipos bem distintos entre as latitudes de 16° a 26° sul, em altitudes de 30 a 900 metros e precipitações de 635 a 1250 mm em 90 a 120 dias, com temperaturas de 5°C a 44°C e média anual de 15,5°C a 26,7°C (Gutiérrez, 1976). O primeiro em solos montanhosos, pedregosos e pouco profundos, de origem vulcânica. A fertilidade daquele solo é relativamente elevada, porém as plantas sofrem déficit hídrico em parte do ano e as queimadas do sub-bosque são constantes. Tal cenário gera árvores de porte baixo (de 4 a 10 m de altura) e bastante tortuosas. Em outro local, a mesma espécie cresce em solos menos pedregosos, mais profundos e lixiviados e apresenta-se em árvores retas e um pouco mais altas (em torno de 15 m de altura). O terceiro ecótipo produz árvores de até 70 m de altura em solos profundos, de baixa fertilidade, porém sem déficit hídrico anual (Barros *et al.*, 1990).

Nair (1993) classifica os sistemas agroflorestais a partir da natureza dos seus componentes: a árvore ou arbusto; a cultura agrícola e o componente animal. Assim, ao associarem-se espécies lenhosas e perenes com culturas agrícolas, forma-se um sistema agrosilvicultural ou silviagrícola. O consórcio de espécies arbóreas com forrageiras e animais forma um sistema silvipastoril e a associação dos três componentes gera um sistema agrosilvipastoril.

O objetivo desses sistemas é a criação de diferentes estratos vegetais, procurando imitar uma paisagem natural, onde as árvores e/ou os arbustos, pela influência que exercem no processo de ciclagem de nutrientes e no aproveitamento da energia solar, são considerados os elementos estruturais básicos e a chave para a estabilidade do sistema (Ribaski *et al.*, 2003).

Conforme Mafra *et al.* (1998), o grande aporte de fitomassa adicionada ao solo em um sistema agroflorestal mantém um equilíbrio no ciclo do carbono e evita a perda gradativa da matéria orgânica constatada normalmente em sistemas de monocultivo. De acordo com Lima (1996), os sistemas agroflorestais oferecem uma alternativa promissora para enfrentar os problemas crônicos de baixa produtividade devido a aspectos relacionados à alta deterioração do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O povoamento avaliado localiza-se em uma área de testes de procedências de eucaliptos, onde se encontram instaladas 12 parcelas de 30 m x 30 m cada com espécies diferentes, implantadas em 1991, e em espaçamento 3 m x 2 m. Para a presente pesquisa foram selecionadas três espécies: *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus grandis*.

A avaliação foi realizada em uma área do campus da Universidade Federal de Santa Maria, localizada a 29° 41' de latitude Sul, 53° 42' de longitude Oeste e com altitude média de 110 metros. O clima, de acordo com a classificação de Köppen (Moreno, 1961), é do tipo Cfa subtropical, caracterizado por uma temperatura média anual 19°C. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, com precipitação média anual em torno de 1400 a 1760 mm. O solo da área de estudo é classificado como Podzólico vermelho-amarelo de textura média, relevo suavemente ondulado e substrato arenito. Caracteriza-se por apresentar acidez, baixa a média saturação de bases, e ser pobre em matéria orgânica e nutrientes (Brasil, 1973).

O trabalho foi desenvolvido no campus da Universidade de Federal de Santa Maria, em uma área situada em frente ao Jardim Botânico. A quantificação dos galhos depositados no solo foi feita através de três amostras retiradas aleatoriamente de cada tratamento. Cada amostra tinha 9 m² (3 m x 3 m), onde foram coletados todos os galhos com diâmetro superior a 1 cm, os quais foram pesados com uma balança de gancho levada a campo. De cada amostra foram

coletadas sub-amostras para a determinação do teor de umidade. Em laboratório, essas sub-amostras foram pesadas obtendo-se o peso úmido, e logo, foram levadas a estufa de circulação de ar a 75°C, para obtenção do peso seco, após terem permanecido por 72 horas na estufa. As médias das procedências quanto ao acúmulo de galhos foram discriminadas pelo Teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou que existem diferenças significativas entre as procedências de *Eucalyptus* para a variável acúmulo de galhos com diâmetro superior a 1 centímetro (Tabela 1), a média geral foi de 3,45 Mg.ha⁻¹ e o coeficiente de variação de 24,37 %. Com o uso do teste de Tukey (5 %; DMS= 2,1097), as médias foram discriminadas estatisticamente, encontrando os resultados apresentados na Tabela 1.

TABELA 1- Resumo da análise de variância para a variável acúmulo de galhos nas 3 procedências de *Eucalyptus*.

C. variação	G.L.	SQ	QM	F
Tratamentos	2	10,8889	5,4444	7,68*
Residuo	6	4,2533	0,7089	
Total	8	15,1422		

TABELA 2- Médias do acúmulo de em galhos discriminadas pelo teste de Tukey.

Tratamento	Média (Mg.ha ⁻¹)
<i>E. grandis</i>	5,47 a*
<i>E. cloeziana</i>	3,61 ab
<i>E. urophylla</i>	2,49 b

*médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5 %.

Schumacher *et al.* (2002) em estudo do acúmulo de serrapilheira em povoamentos de *Eucalyptus* concluíram que o *E. cloeziana* a fração de galhos apresentou 7 Mg.ha⁻¹, enquanto no estudo encontrou-se o valor de 3,6 Mg.ha⁻¹ para o acúmulo de galhos para o *E. cloeziana*. Estas diferenças encontradas entre estes estudos podem ser explicadas devido à interferência de diversas variáveis, esta variação na quantidade de serrapilheira, inclusive galhos, acumulada nos solos florestais entre as diferentes plantações expressa a influência das espécies, da idade dos povoamentos, da taxa de incremento, das condições climáticas e das propriedades dos solos, a serrapilheira acumulada sobre uma grande variação de espécies, idades e sítios está entre menos que um e 22 Mg.ha⁻¹ (O'Connell & Sankaran, 1997).

Para a procedência estudada de *E. grandis* encontrou-se a maior média para o acúmulo de galhos. Freitas *et al.* (2004) encontrou para um povoamento de *E. grandis* um acúmulo de biomassa na serrapilheira de 5,4 Mg.ha⁻¹.

O *E. cloeziana* não diferiu significativamente dos outros dois, segundo o Teste de Tukey. O maior acúmulo de galhos no povoamento de *E. grandis* (Tabela 2) pode estar relacionado com as variáveis dendrométricas de diâmetro e altura médias, as quais foram maiores quando comparadas com as outras espécies. De acordo com Freitas *et al.* (2004) a queda de acículas, ramos, folhas e outros componentes da biomassa acima do solo é uma estratégia da planta para evitar perda excessiva de água através da transpiração e da evapotranspiração. Além destes fatores, outros fatores podem atuar sobre a queda da serrapilheira, como ventos fortes, granizo, fatores genéticos, etc.

O menor acúmulo de galhos pelo *E. cloeziana* e *E. urophylla* em relação ao *E. grandis*, revela estatisticamente que são espécies que poderiam ser empregadas em sistemas agroflorestais, se o fator limitante for o acúmulo de galhos. De acordo com Cecon *et al.* (1999), é viável o uso de *E. camaldulensis* consorciado com feijão, indicando a viabilidade técnica deste consórcio até os três anos, a após a implantação do povoamento de eucalipto no espaçamento 3 m x 2 m.

CONCLUSÃO

Estatisticamente, o *Eucalyptus grandis* e o *Eucalyptus urophylla* diferiram significativamente em relação ao acúmulo de galhos, sendo o maior acúmulo observado para o *E. grandis*.

Assim, o *Eucalyptus urophylla*, nessas condições de cultivo, poderia ser indicado para o uso em sistemas agroflorestais, por apresentar a menor média de acúmulo de galhos entre as espécies pesquisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; CARDOSO, J. R.; MACEDO, P. R. O. Algumas relações solo – espécie de eucalipto em suas Condições Naturais. Em: Barros, N. F.; Novais R. F. **Relação Solo Eucalipto**. Ed. Folha de Viçosa, Viçosa – MG, 1990, p. 1-24.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Divisão De Pesquisa Pedológica, Dnpea. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- CECCON, E.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B.; ANDRADE, M. J. B. de. Consórcio entre *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., aos três anos de idade, e diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Árvore**, 23(1): 9-14, 1999.
- FREITAS, R.; SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W.; SPATHELF, P. Biomassa e conteúdo de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden plantado em solo sujeito a arenização, no município de Alegrete-RS. **Biomassa & Energia**, 1 (1): 93-104, 2004.
- GUTIÉRREZ, G.L. **Atlas del eucalipto**. Vol. 1,2,3 e 4. Ministério da Agricultura (INIA e ICONA), Sevilha, 1976.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**. Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, 1990. 343p.
- LIMA, W. de P. **Impacto Ambiental do Eucalipto**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 301p., 1996.
- MAFRA, A. L.; MIKLÓS, A. A. de W.; VOCURCA, H. L.; HARKALY, A. H.; MENDOZA. E. Adição de nutrientes ao solo em sistema agroflorestal do tipo “cultivo em aléias” e em cerrado na região de Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, 54: 41-54, 1998.
- MARCHIORI, J. N.; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas – Myrtales**. Editora UFSM, Santa Maria, RS, 1997, 304 p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73p.
- NAIR, P.K.R. **An introduction to agroforestry**. Kluwer Academic Publishers. ICRAF, Dordrecht, Boston, London, 1993.
- O’CONNELL, A. M.; SANKARAN, K. V. Organic matter accretion, decomposition and mineralisation. In: NAMBIAR, E. K. S. & BROWN, A. G. (Eds.). **Management of soil, nutrients and water in tropical plantations forests**. Australia/CSRIO, 1997. p. 443-480.
- PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 113p., 2000. (Documentos, 38).
- RIBASKI, J.; MONTOYA, L.J. & RODIGHERI, H. R. **Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e sócio-econômicos**. Disponível em: <www.planetaorganico.com.br/TrabRibaski.htm> Acesso em 15/08/2003.
- SCHUMACHER, M. V. **Silvicultura Especial** (Caderno didático). Departamento de Ciências Florestais – Curso de Engenharia Florestal – UFSM, Santa Maria, RS, 2000. 68 p.
- SCHUMACHER, M. V.; BAUERMANN, G. C.; COPETTI, L.; BRUN, E. J.; KÖNIG, F. G. Fracionamento da serapilheira em três espécies de eucalipto no município de Santa Maria – RS: *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus grandis*. **Anais... 2º Ciclo de Atualização Florestal do Conesul**, Santa Maria, 2002. CD-ROM.

QUANTIFICAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTIVEL DO SUB-BOSQUE EM UMA FLORESTA DE
Platanus x acerifolia AOS 4 ANOS

QUANTIFICATION OF THE UNDERSTOREY COMBUSTIBLE MATERIAL IN A 4 YEARS FOREST OF
Platanus x acerifolia

Cleber Witt Saldanha³ Amilton José Kanieski⁴ Mauro Valdir Schumacher⁵

RESUMO

Este estudo teve como objetivo caracterizar o material combustível da vegetação do sub-bosque de um povoamento de *Platanus x acerifolia*. No campo foi determinada a biomassa total do sub-bosque. Para tal toda a vegetação foi cortada rente ao solo em nove parcelas de 3x2 m distribuídas ao acaso dentro do povoamento, classificando-se em classes de diâmetro de uma polegada e ¼ de polegada. Posteriormente foi pesada com balança de gancho e medido a altura média do sub-bosque em cada parcela. De cada amostra foram coletadas sub-amostras para a determinação do teor de umidade em laboratório. A biomassa total do sub-bosque foi de 4,54 Mg ha⁻¹. A classe de diâmetro de ¼ de polegada apresentou a maior quantidade de biomassa (3,90 Mg ha⁻¹), 86 % da biomassa total, respectivamente, 14 % de biomassa na classe de uma polegada. O estoque total estimado de carbono orgânico foi de 1,96 Mg ha⁻¹.

Palavras-chave: *Platanus x acerifolia*, material combustível, biomassa, carbono.

ABSTRACT

This study had as objective to characterize the combustible material in understory vegetation of a *Platanus x acerifolia* stand. The total understory biomass was determined on the field. For this determination, the whole vegetation was cut close to the soil in nine portions of 3x2 m randomized distributed inside the settlement, being classified in diameter classes of an inch and ¼ of an inch. Later it was weighed with hook scale and measured the mean height of the understory in each portion. From each sample sub-samples were collected for the determination of the humidity content in laboratory. The total biomass of the subforest was of 4,54 Mg ha⁻¹. The diameter class of ¼ of an inch showed the largest amount of biomass (3,90 Mg ha⁻¹), 86% of the total biomass, respectively, 14% of biomass in the class of an inch. The total stock of organic carbon was of 1,96 Mg ha⁻¹.

Key words: *Platanus x acerifolia*, combustible material, biomass, carbon.

INTRODUÇÃO

A redução do estoque de carbono e a perda de biodiversidade são alguns dos aspectos diretamente relacionados com a prática da queima. Também, a ciclagem de nutrientes é muito importante para a manutenção de um ecossistema de floresta, principalmente em solos de baixa fertilidade natural. As perdas de nutrientes para a atmosfera decorrentes da queima são relevantes, seja pela volatilização ou, pelo arraste associado ao movimento ascendente de partículas (Sampaio *et al.*, 2003).

Schneider (2003) comenta que o material combustível presente no sub-bosque de um povoamento florestal pode aumentar o risco de incêndio.

A remoção de parte da camada orgânica é necessária para reduzir os riscos de incêndio, preparar o solo para regeneração, eliminar vegetação indesejável e favorecer o ambiente para a espécie de interesse. Por outro lado, a sua manutenção pode ser necessária para proteger o sítio das intempéries, aumentar a atividade microbiana, manter a produtividade do sítio e proteger o habitat de pequenos animais (Brown *et al.*, 1991).

A avaliação do comportamento do fogo é baseada nos fatores associados com a combustão, os quais tem o material combustível como determinante de todo o processo de queima. Conforme Countryman (1964) *apud* Ribeiro & Soares (1998), os principais atributos do material combustível são a continuidade, o arranjo e a quantidade. As características ligadas ao processo da ignição são a geometria das partículas, a textura da superfície, o conteúdo de umidade, a composição química e a absorção térmica.

De acordo com Brown & Debyle (1987), é fundamental o conhecimento da quantidade de material combustível responsável pela propagação e intensidade do fogo. Além disso, Watzlawick *et al.* (2002) ressaltam que a estimativa de

³ Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal (UFSM), bolsista PIBIC-CNPq, E-mail: clebersaldanha@yahoo.com.br

⁴ Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal (UFSM).

⁵ Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais (UFSM).

carbono orgânico na fitomassa vegetal é um fator importante para estimar seu estoque. Deste modo, é possível estimar as perdas ocorridas pela queima desse material orgânico.

O estudo dos impactos ocasionados pelo fogo e da sua frequência temporal são fundamentais para a compreensão da dinâmica destas alterações na diversidade, estrutura e funções dos ecossistemas florestais (Rizzini, 1997).

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é quantificar o material combustível da vegetação do sub-bosque em uma floresta de *Platanus x acerifolia* aos 4 anos de idade.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Sanquetta (2002) o termo biomassa quer dizer massa de matéria de origem biológica, viva ou morta, animal ou vegetal. Ainda, termo biomassa florestal pode significar toda a biomassa encontrada na floresta ou apenas a fração arbórea da mesma.

De uma maneira geral, os ecossistemas tropicais desempenham um importante papel no ciclo global do carbono e isto deve tanto pelo fato destes propiciar o aumento na quantidade de CO₂ atmosférico. Qualquer alteração, em decorrência de distúrbios naturais e antrópicos, provoca mudanças nos fluxos de carbono para a atmosfera (Rezende, 2002).

Do total de carbono existente na terra, somente 0,05% são compostos orgânicos. A fitomassa armazena mais de ¾ do carbono existente nas plantas terrestres (Larcher, 2000). O acúmulo de biomassa difere entre os ecossistemas, essa variação pode ser em função dos próprios fatores inerentes a planta e dos fatores ambientais (Spurr *apud* Watzlawick, 2002). O carbono é encontrado na forma inorgânica e orgânica, sendo as florestas as detentoras de grande estoque de biomassa, tanto acima como abaixo do solo (Houghton, 1994).

O aumento dos níveis de dióxido de carbono na atmosfera é em função das emissões a partir da queima de combustíveis fósseis, mudanças de uso da terra e absorção de CO₂ pelos oceanos e pelos ecossistemas terrestres (Houghton, 1994).

O controle no aumento das emissões de dióxido de carbono torna-se imprescindível, havendo a necessidade de se adotarem medidas de captura do dióxido de carbono lançado na atmosfera. As florestas têm sido apontadas como drenos do dióxido de carbono através do processo da fotossíntese, havendo o posterior armazenamento em diferentes componentes da biomassa do ecossistema. Os compostos de carbono constituem a maior parte da biomassa da floresta e, para melhor entender o estoque de carbono e as emissões de CO₂, é preciso analisar qualitativa e quantitativamente os vários componentes da biomassa dos ecossistemas florestais (Reis *et al.*, 1994).

Quando o ecossistema natural é cortado e queimado para a conversão em agricultura, as perdas de nutrientes ocorrem não somente em razão da queima, mas também devido à erosão no solo e a liberação de nutrientes via decomposição de detritos e raízes mortas (Vitousek *apud* Castro, 1996).

A devastação total de uma área promove a perda de todo o carbono presente na vegetação e, aproximadamente, 25% do total encontrado no solo. A maior parte desta perda ocorre nos primeiros cinco anos após a devastação e havendo a recuperação da área, instantaneamente, essa quantidade perdida poderá ser muito pequena em longo prazo (Rezende, 2002).

MATERIAL E MÉTODOS

O povoamento de *Platanus x acerifolia*, avaliado aos 4 anos de idade, localiza-se no campus da Universidade Federal de Santa Maria, localizada a 29° 41' de latitude Sul, 53° 42' de longitude Oeste com altitude média de 110 metros. O clima, de acordo com a classificação de Köppen (Moreno, 1961), é do tipo Cfa subtropical, caracterizado por uma temperatura média anual 19°C. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, com precipitação média anual em torno de 1400 a 1760 mm. O solo da área de estudo é classificado como Argissolo vermelho-amarelo de textura média, relevo suavemente ondulado e substrato arenito. Caracteriza-se por apresentar acidez, baixa a média saturação de bases, e ser pobre em matéria orgânica e nutrientes (Brasil, 1973).

No campo foi determinada a biomassa total do sub-bosque. Para tal, toda a vegetação foi cortada rente ao solo em nove parcelas de 3x2 m distribuídas ao acaso dentro do povoamento, classificando-se em classes de diâmetro de uma polegada e ¼ de polegada e posteriormente foi pesada com balança de gancho e medido a altura média do sub-bosque em cada parcela. De cada amostra foram coletadas sub-amostras para a determinação do teor de umidade. Em laboratório, essas sub-amostras foram pesadas obtendo-se o peso úmido, e logo, foram levadas a estufa de circulação de ar a 75°C por 72 horas, para obtenção do peso seco. Ainda, as sub-amostras de cada classe foram processadas em moinho para posterior determinação do teor de carbono orgânico.

RESULTADOS

Na tabela 1, observa-se a biomassa e a quantidade de carbono orgânico (Mg ha⁻¹) em duas classes de diâmetro (¼ de polegada e uma polegada) da vegetação do sub-bosque no povoamento de *Platanus x acerifolia*.

A biomassa total do sub-bosque foi de 4,54 Mg ha⁻¹. A classe de diâmetro de ¼ de polegada (classe 1) apresentou a maior quantidade de biomassa (3,90 Mg ha⁻¹) ou seja, 86 % da biomassa total. Esta variação é explicada

devido à vegetação presente no sub-bosque ser composta, em grande parte, por espécies herbáceas. Segundo Brown *et al.* (1982), a quantidade e distribuição da vegetação (sub-bosque) apresentam grande variação entre e dentro dos povoamentos florestais. Ribeiro & Soares (1998) comentam que em uma queimada o maior consumo de material combustível ocorre nas classes menores de diâmetro, devido as suas dimensões e sua continuidade. Além disso, os componentes de menor diâmetro apresentam maior concentração de nutrientes (Sampaio *et al.*, 2003).

TABELA 1- Valores de biomassa e carbono orgânico do sub-bosque em povoamento de *Platanus x acerifolia* em duas classes de diâmetro.

Classe	Biomassa (Mg ha ⁻¹)	Biomassa (%)	C. O.* (Mg ha ⁻¹)
1	3,90	86	1,68 a**
2	0,64	14	0,28 b
Total	4,54	100	1,96

* C. O.= carbono orgânico

**médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 %.

Dois modelos matemáticos foram ajustados para a estimativa do teor de carbono orgânico, nas duas classes diamétricas, em função da biomassa (Figura 1 e 2). O melhor ajuste observado foi para a classe de diâmetro de uma polegada ($r^2=0,99$). Esse fato é explicado devido a maior correlação dos dados entre carbono orgânico e biomassa na classe de diâmetro de uma polegada. Provavelmente ocorreu devido à homogeneidade do material amostrado pois, apenas uma espécie vegetal arbustiva enquadrou-se na classe de diâmetro de uma polegada. Larcher (2000) destaca que espécies vegetais diferentes apresentam padrões diferenciados de utilização dos assimilados, organizando-os, principalmente, na produção de matéria seca.

As estimativas realizadas quanto à quantidade de biomassa e o teor de carbono orgânico presente no sub-bosque, permitiram caracterizar o material combustível, uma vez que as condições do mesmo são propícias a ocorrência de incêndios pelo fato de apresentar uma altura média de 0,7 m. De forma geral, os incêndios em florestas, além do enorme prejuízo ao ambiente, alteram o seu estoque de madeira, a qualidade da mesma, entre outros aspectos (Toller *et al.*, 2002).

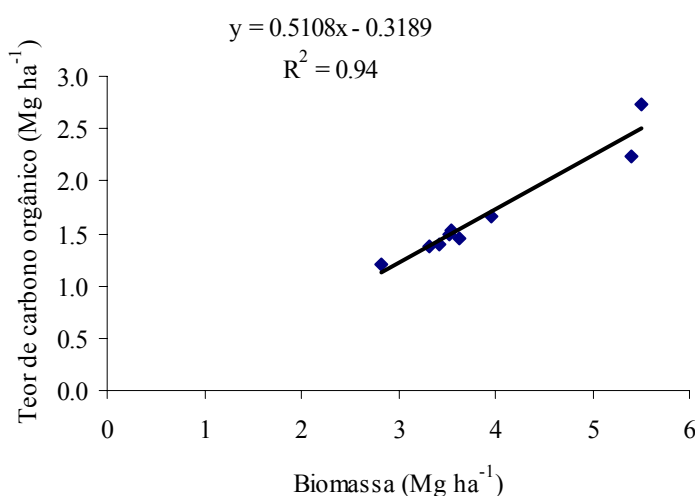


FIGURA 1- Estimativas do teor de carbono orgânico na biomassa da classe de diâmetro de ¼ de polegada no sub-bosque de um povoamento de *Platanus x acerifolia*.

CONCLUSÃO

A classe de diâmetro de ¼ de polegada (classe 1) apresentou a maior quantidade de biomassa (3,90 Mg ha⁻¹), ou seja, 86 % da biomassa total.

O estoque total estimado de carbono orgânico foi de 1,96 Mg ha⁻¹.

O modelo matemático que melhor expressa a quantidade de carbono orgânico foi para a classe de diâmetro de uma polegada.

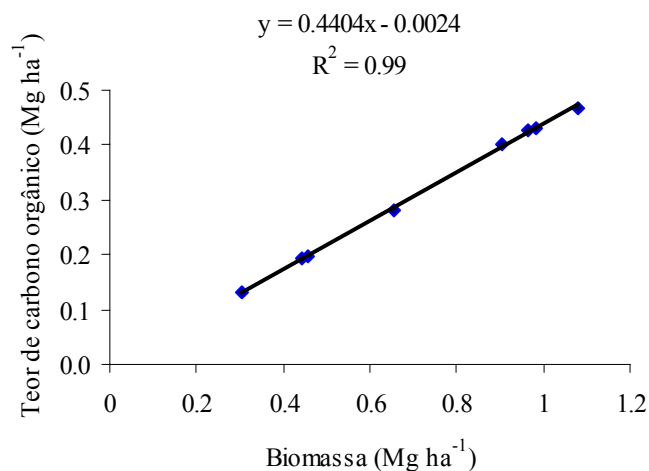


FIGURA 2- Estimativas do teor de carbono orgânico na biomassa da classe de diâmetro de uma polegada no sub-bosque de um povoamento de *Platanus x acerifolia*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Divisão De Pesquisa Pedológica, Dnpea. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- BROWN, J.K.; DEBYLE, N.V. Fire damage, mortality, and suckering in aspen. **Canadian Journal of Forest Research**, 17 (9):1100-1109, 1987.
- BROWN, J.K.; OBERHEU, R.D.; JOHNSTON, C.M. **Handbook for inventorying surface fuels and biomass in the Interior West**. Ogden: Intermountain Forest and Range Experiment Station, p. 1-22, 1982.
- BROWN, J. K.; REINHARDT, E.D.; FISCHER, W.C. Predicting duff and woody fuel consumption in Northern Idaho prescribed fires. **Forest Science**, 37(6): 1550-1566, 1991.
- CASTRO, E. A. **Biomass, nutrient pools and response to fire in the Brazilian Cerrado**. Oregon, 1996. 128p.
- HOUGHTON, R. A. As florestas e o ciclo do carbono global: armazenamento e emissões atuais. In: **Anais...** Rio de Janeiro, p. 38-76, 1994.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: São Paulo. RIMA, 2000. 531 p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73p.
- REIS, G. G. *et al.* Seqüestro e armazenamento de carbono em florestas nativas e plantadas dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. In: Emissão x seqüestro de CO₂ – Uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. **Anais...** Rio de Janeiro, p. 155-195, 1994.
- REZENDE, A. V. O estoque de carbono no cerrado: um estudo de caso. In: SANQUETTA, C. R. *et al.* (eds.). **As florestas e o carbono**. Curitiba, Brasil, p. 175-190, 2002.
- RIBEIRO, G. A.; SOARES, R. V. Caracterização do material combustível superficial e efeitos da queima controlada sobre sua redução em um povoamento de *Eucalyptus viminalis*. **Cerne**, 4 (1): 57-72, 1998.
- RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2º ed. Rio de Janeiro: Âmbito cultural, 1997. 744p.
- SAMPAIO, F. A. R.; L. E. F. FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M.; JUCKSCH, L. Balanço de nutrientes e da fitomassa em um argissolo amarelo sob floresta tropical amazônica após a queima e cultivo com arroz. **R. Bras. Ci. Solo**, 27: 1161-1170, 2003.
- SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R. *et al.* (eds.). **As florestas e o carbono**. Curitiba, Brasil, p. 119-140, 2002.
- SCHNEIDER, M. F. Consequências da acumulação de folhas secas na plantação de eucalipto em Zitundo, distrito de Matutuine. **Boletim de Investigação Florestal**, p. 37-42, 2003.

TOLLER, A. D.; BRUN, E. J.; IENSEN, E. A. M.; ANDREIS, C.; FONTANA, E. SCHUMACHER, M. V. Características dendrométricas e morfológicas de uma floresta de *Pinus elliottii* engelm submetida ao fogo. **2º Ciclo de Atualização Florestal do Cone-Sul**, p. 47-53, 2002. CD-ROM

WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F.; SANQUETTA, C. R.; SCHUMACHER, M. V. Fixação de carbono em floresta ombrófila mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETTA, C. R. *et al.* (eds.). **As florestas e o carbono**. Curitiba, Brasil, p. 153-173, 2002.

A FAUNA SILVESTRE E O MANEJO SUSTENTÁVEL DE ECOSISTEMAS FLORESTAIS

WILDLIFE AND THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF FOREST ECOSYSTEMS

Sergio Ahrens¹

RESUMO

Documenta-se uma análise da relação existente entre a fauna silvestre e a flora quanto às dimensões de sua realidade fática e jurídico-legal. Por esse motivo examina-se tanto o Código de Proteção à Fauna (Lei nº 5.197/67) como o Código Florestal (Lei nº 4.771/65). Uma floresta nativa, na propriedade imóvel agrária, é parte de um ecossistema florestal, fato que implica no exame do manejo florestal pela ótica da teoria geral de sistemas, em contraposição ao enfoque reducionista. Infere-se, portanto, que o manejo sustentável de um ecossistema florestal deve considerar todas as suas partes componentes e não apenas a flora, mas também, a fauna silvestre que lhe seja peculiar. Em consequência às conclusões obtidas no estudo, recomenda-se o aprimoramento das normas legais que tratam da elaboração de Planos de Manejo Florestal Sustentável de Uso Múltiplo, por meio da incorporação de medidas para o monitoramento da fauna, componente sem o qual as florestas nativas simplesmente não existiriam.

Palavras-chave: Manejo florestal sustentável, proteção da fauna, legislação florestal.

ABSTRACT

This paper reports an analysis of the relationship between fauna and flora according to its factual and legal dimensions. For that reason, the Brazilian Code for the Protection of Wildlife (Law No. 5.197/67) as well as the Forest Code (Law No. 4.771/65) are briefly examined. Actually, a native forest, located in any ownership, is a small portion of a forest ecosystem: this fact suggests the examination of forest management with a system's theory approach, as opposed to the traditional reductionism. Thus, it is suggested that the sustainable management of a forest ecosystem should consider all major component parts of such a system, which includes not only the native vegetation but also wildlife. As a consequence of the conclusions achieved in the study, it is recommended that all regulations concerned with Multiple Use Sustainable Forest Management Plans be improved through the addition of measures for wildlife monitoring: native forests would just simply not exist in the absence of native fauna.

Key words: Sustainable forest management, wildlife protection, forest legislation.

INTRODUÇÃO: ANTECEDENTES E A NATUREZA DO PROBLEMA

Nunca antes na história da atividade florestal no Brasil, a expressão Manejo Florestal Sustentável, MFS, foi utilizada de forma tão freqüente e intensa, e por tão diferentes segmentos da sociedade. A expressão está presente, por exemplo, tanto na manifestação diária da mídia como nos debates que ocorrem entre representantes de instituições do Poder Público e do setor privado. As possibilidades de utilização de recursos florestais e, em especial, o manejo das florestas nativas, são também objeto de normatização em diversos diplomas legais. Por essa razão os debates são também observados na dimensão jurídico-legal. A constatação anterior deve-se ao fato de que florestas nativas, muito embora sejam naturalmente renováveis, são finitas, e a sua capacidade de satisfazer a crescente demanda por matérias-primas e serviços é limitada. De outro lado, florestas, quer sejam de ocorrência espontânea e natural, quer tenham sido plantadas, desempenham também diversas e importantes funções ambientais. Adicionalmente, a sociedade brasileira desenvolveu uma consciência ambiental bastante crítica e reclama que os seus direitos, entendidos como direitos coletivos e direitos difusos, inclusive em relação às florestas, sejam respeitados e atendidos.

Muito embora a necessidade de se praticar o MFS seja amplamente reconhecida, existem evidências suficientes para sugerir que os componentes técnicos desta área de conhecimentos não são adequadamente conhecidos nem entendidos. Conseqüentemente, verifica-se, também, que a prática do manejo florestal é precária e poderia ser amplamente aprimorada. A popularização do termo permitiu que fossem criadas importantes diferenças (e muitos equívocos) quanto ao seu real significado, seus potenciais e suas limitações.

As florestas naturais, que o Código Florestal brasileiro denomina florestas nativas, têm sido historicamente consideradas tão somente pela dimensão do seu componente arbóreo. Assim, pela percepção antropocêntrica, e utilitarista, florestas nativas são apreciadas como se constituíssem, apenas, e tão somente, um conjunto de árvores. Em

¹ Eng. Florestal, Dr., CREA-PR nº 10.649, Bel. em Direito, Pesquisador em Planejamento da Produção e Manejo Florestal, Embrapa Florestas, Caixa Postal 319, 83411-000 Colombo, PR.

realidade, florestas nativas são complexos “ecossistemas florestais” e que têm várias partes componentes, bióticas e abióticas como, por exemplo, o solo, o subsolo, a água, a flora e a fauna.

Este trabalho examina duas importantes dimensões da prática do MFS no Brasil: a realidade fática e a legislação que lhe é pertinente. A análise prioriza uma apreciação introdutória sobre o papel essencial que a fauna silvestre desempenha tanto para a existência como para a conservação das florestas nativas. Nesse sentido, argumenta-se sobre os benefícios decorrentes da adoção de um enfoque sistêmico para tratar de questões em manejo florestal. Em resultado à análise, algumas conclusões e recomendações são apresentadas como contribuição para o aprimoramento da efetiva sustentabilidade ambiental do manejo de florestas nativas.

SÍNTESE DA LEGISLAÇÃO PERTINENTE

A fundamentação teórica necessária à construção dos argumentos utilizados no desenvolvimento deste estudo requer uma breve apreciação de normas constitucionais, do Código de Proteção da Fauna e do Código Florestal, assim como de instrumentos legais específicos para o manejo de florestas nativas.^{7/}

A CONSTITUIÇÃO FEDERAL

A Constituição Federal (CF) de 1988 trouxe importantes avanços para a proteção do meio ambiente. Alterou-se, também, em norma constitucional, o tratamento a ser conferido à propriedade. Em seu Art. 5º, XXII, a CF informa que “*é garantido o direito de propriedade*” e já na seqüência, no inciso XXIII, do mesmo artigo, determina-se uma importante condição para que o direito de propriedade seja garantido e assegurado, nos seguintes termos: “*a propriedade atenderá a sua função social.*” O conteúdo da função social da propriedade imóvel rural ou agrária é determinado no Art. 186 da Constituição Federal, segundo os seguintes termos:

Art. 186 - A função social é cumprida quando a propriedade rural atende, simultaneamente, segundo critérios e graus de exigência estabelecidos em lei, aos seguintes requisitos:^{8/}

I - aproveitamento racional e adequado;

II - utilização adequada dos recursos naturais e preservação do meio ambiente III - observância das disposições que regulam as relações de trabalho;

IV - exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores.^{9/}

Ao informar sobre a utilização adequada dos recursos naturais, a norma constitucional determina, obviamente, que dentre outros diplomas legais pertinentes, seja também observado o conteúdo normativo do Código de Proteção à Fauna e do Código Florestal.

A Constituição Federal de 1988 informa, em seu Art. 225, o que segue:

“Art. 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo, e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

§1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I – preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo das espécies e ecossistemas;

...

VII – proteger a fauna e a flora, vedadas na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade;

...

^{7/} Excelentes informações técnicas acerca da proteção jurídica da fauna selvagem brasileira podem ser obtidas examinando-se a doutrina documentada por Machado, P.A.L. **Direito ambiental brasileiro**. 7. ed. São Paulo: Malheiros, 1997. 894 p.; Silva, P.A. da. **Direito ambiental constitucional**. 4. ed. São Paulo: Malheiros, 2003. 349 p.; Milaré, É. **Direito do ambiente**: doutrina, prática, jurisprudência, glossário. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2000. 687 p.; Dias, E.C. **A tutela jurídica dos animais**. Belo Horizonte: Mandamentos, 2000. 421 p.; Ackel Filho, D. **Direito dos animais**. São Paulo: Themis, 2001. 293 p.; e Rodrigues, D.T. **O Direito e os animais**: uma abordagem ética, filosófica e normativa. Curitiba: Juruá, 2003. 163 p.. Tais estudos não serão comentados neste trabalho, muito embora recomende-se, ao leitor interessado, o seu exame.

^{8/} Ao leitor interessado no tema recomenda-se examinar, dentre outras, as seguintes obras: Borges, R.C.B. **Função ambiental da propriedade rural**. São Paulo: Ltr., 1999. 229 p.; Albuquerque, F.S. **Direito de propriedade e meio ambiente**. Curitiba: Juruá, 2001. 162 p.; e especialmente, Marés, C.F. **A função social da terra**. Porto Alegre: Sergio Fabris, 2003. 142 p.

^{9/} Os grifos resultam da intenção do autor, em informar, ao leitor, sobre a particular relevância de determinada passagem, ou citação, em face aos propósitos da análise.

É com essa orientação da Lei maior que deve ser lida e toda a legislação infraconstitucional pertinente interpretada. Implícito ao enunciado do *caput* do Art. 225 está o conceito de Desenvolvimento Sustentável na medida em que até mesmo as futuras gerações, sequer nascidas, já gozam do direito a “*um meio ambiente ecologicamente equilibrado*”. Os incisos vinculados àquela norma dizem dos processos ecológicos essenciais, da proteção da fauna e da flora e de sua função ecológica. Deve-se ressaltar, para os propósitos deste estudo, que a proteção da fauna foi elevada à categoria de norma constitucional, fato (inédito, em termos constitucionais) que resulta do reconhecimento, pelo legislador constituinte, da importância do tema em termos de topologia jurídica.

O CÓDIGO DE PROTEÇÃO DA FAUNA

O Código de Proteção da Fauna (Lei nº 5.197, de 03-01-1967), também denominado freqüentemente (e de forma equivocada) “Código de Caça”, dispõe sobre a proteção jurídica da fauna silvestre brasileira. Em seu Art. 1º, aquela Lei determina a forma genérica da tutela da fauna silvestre segundo os seguintes termos:

Art. 1º Os animais de quaisquer espécies, em qualquer fase do seu desenvolvimento e que vivem naturalmente fora do cativeiro, constituindo a fauna silvestre, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais, são propriedade do Estado, sendo proibida a sua utilização, destruição, caça ou apanha.

Uma breve análise daquele enunciado faz-se oportuna. Outrora “*res nullius*”, pela percepção do Código Civil de 1916, e pela antiga legislação de caça e pesca, com a edição da Lei nº 5.197/67 a fauna passou a ser tratada como bem nacional.^{10/} Posteriormente, com a edição da Lei nº 6.938/81, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente, a fauna passou à categoria de bem jurídico ambiental, “*res communes omnium*”, um bem jurídico difuso.

Considerar a fauna silvestre como “propriedade do Estado” não implica supor que o Poder Público porventura necessitasse da fauna silvestre para aumentar o seu patrimônio. Em realidade, pretendia o legislador de 1967 tão somente informar que a fauna silvestre estaria a partir de então compondo o patrimônio público, merecendo, por esse motivo, proteção jurídica especial: antes, “coisa de ninguém”, e agora, ... “coisa de todos”! A esse respeito, o Des. Mário Mazagão, citado por Machado (1997, p.650), informou que: “... *o pertencer ao estado não implica em serem todos bens públicos objeto de direito pessoal ou real no sentido das lei civis. Muitos desses bens* (v.g., a fauna silvestre) *pertencem-lhe no sentido de que são por ele administrados, no interesse coletivo*”. De outro lado, sabe-se que, freqüentemente, tal administração realiza-se por meio das “limitações administrativas” impostas, de forma unilateral, pelo Poder Público, aos particulares.

O enunciado do Art. 1º revela outras questões muito importantes. A norma informa ser proibida a utilização e a destruição dos animais que constituem a fauna silvestre, assim como de seus “ninhos, abrigos e criadouros naturais”. Conforme relata Firkowski (1990) é do meio (denominado habitat) que os animais obtém o alimento, a água e o abrigo necessários para sua existência e reprodução. Aquele autor informa, ainda, que intervenções na vegetação produzem efeitos diretos na fauna pela redução, aumento ou alteração na disponibilidade de alimento e condições de abrigo. Em outros termos, a fauna é resultado do meio que a suporta.

Como examinado, não há como proteger a fauna sem que se proteja, também, o seu habitat, que a Lei denomina “abrigos e criadouros naturais”. Justamente nesse particular emerge uma conexão jurídico-conceitual na proteção jurídica da fauna e da flora. Assim, na atualidade, é amplamente reconhecido o fato de que a vegetação nativa que compõem as Áreas de Preservação Permanente e as de Reserva Legal, cumprem importante papel na preservação e conservação, respectivamente, da biodiversidade. Por esse motivo, o Código Florestal será brevemente examinado.

O CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO

O Código Florestal brasileiro foi instituído pela Lei nº 4.771, de 15-09-1965. Ao proteger as florestas (tanto as naturais como as plantadas) existentes no território nacional, aquela lei também protege os solos (contra a erosão) e as águas dos rios, lagos e lagoas (contra o assoreamento com sedimentos resultantes da erosão). Por esse motivo foram estabelecidas, por lei, as Florestas e demais formas de vegetação natural de Preservação Permanente e que devem estar localizadas em locais denominados Áreas de Preservação Permanente (APP's).^{11/} O Código Florestal também determina

^{10/} Como informa Silva (1997, p. 129), a fauna não foi incluída entre os bens da União; esta, portanto, não possui o seu domínio patrimonial de que ela possa gozar e dispor. Assim, se a União representa o Estado Brasileiro, a ela compete cuidar e proteger esses bens, que assumem características de bens nacionais, não como mero domínio eminente da nação.

^{11/} Muito embora o Código Florestal não seja examinado em detalhes neste trabalho, faz-se pertinente mencionar que a vegetação existente às margens dos cursos d'água, dos lagos e das lagoas, presta-se, também, como “Corredores Ecológicos” ou “Corredores de Biodiversidade” e assim protege a fauna e o seu fluxo gênico e, por esses motivos, protege também o fluxo gênico da flora.

que o proprietário ou possuidor conserve a cobertura vegetal natural em determinada porcentagem da área total de cada propriedade rural, denominada Reserva Legal (RL).

Antes da edição da Medida Provisória nº 1.956-50 (DOU de 28-05-2000), que introduziu alterações substanciais no Código Florestal, a Lei nº 4.771/65 contemplava, essencialmente, apenas questões florestais.^{12/} Com a edição daquela MP, reeditada até a MP nº 2.166-67 (DOU 25-08-2001), e que se encontra vigente devido à Emenda Constitucional 32 (de 11-09-2001), introduziu-se uma nova figura jurídica no Código Florestal, as Áreas de Preservação Permanente (APP's), e sua respectiva definição legal. De forma análoga a MP nº 1.956-50 introduziu uma definição legal para Reserva Legal (RL) o que antes não existia. Após as alterações mencionadas a redação do Art 1º do Código Florestal apresenta-se nos seguintes termos:

Artigo 1º ...

...

§ 2º Para os efeitos deste Código, entende-se por:

...

II - Área de preservação permanente: área protegida nos termos dos Arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas.

Com as mencionadas alterações, introduzidas no Código Florestal, restou estabelecido que a vegetação nativa localizada nas Áreas de Preservação Permanente, e nas de Reserva Legal, deve cumprir diversas funções ambientais, dentre as quais a preservação (APP's) e a conservação (RL), respectivamente, da diversidade biológica, o que obviamente inclui a fauna selvagem, e, portanto, a fauna silvestre. Criou-se um importante e decisivo vínculo legal entre as florestas nativas e a fauna silvestre. Aqueles elementos que outrora eram examinados separadamente, agora passam a constituir um todo, com funções ambientais definidas em Lei. O exame de noções básicas da teoria geral de sistemas, como apresentado no próximo item, é uma consequência natural.

TEORIA GERAL DE SISTEMAS

Tradicionalmente, na solução de problemas muito complexos analisa-se cada um de seus fatores componentes de forma individual, segundo uma percepção reducionista ou fragmentada da realidade fática. Assim procedendo, incorre-se em um equívoco elementar: as relações entre as partes são ignoradas. De outro lado, os fatos da vida não acontecem de forma estanque ou isolada, mas são, com frequência, relacionados entre si e, usualmente, ocorrem em um contexto mais amplo. Nesse sentido, além de seu valor próprio e intrínseco, a fauna cumpre um importante papel em face dos processos ecológicos essenciais: possibilita que as partes de um ecossistema se relacionem. Por esse motivo, um enfoque sistêmico faz-se necessário.

Em termos genéricos, um sistema é um conjunto de partes ou elementos componentes que, reunidas, dispõem de uma ou mais propriedades que cada uma das partes componentes não apresenta. Assim, pode-se ilustrar o conceito com uma célula, uma determinada parte de um organismo, ou um indivíduo de uma espécie, uma população (de indivíduos da mesma espécie) ou uma comunidade de populações (de diferentes espécies) que co-existam. Atribui-se ao biólogo austríaco Ludwig von Bertalanffy (Bertalanffy, 1950) a concepção dos fundamentos da teoria geral de sistemas.^{13/} Para aquele autor, organismos biológicos constituem “sistemas abertos” que se caracterizam por um “estado estacionário” (equilíbrio dinâmico) e por fluxo de energia e mudanças contínuas; em contraposição aos “sistemas fechados” que se estabelecem em um estado de equilíbrio térmico, permanente, conforme os conceitos clássicos de termodinâmica.

^{12/} As exceções são: a) Art. 3º, que diz sobre as florestas e outras formas de vegetação natural de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do poder público, destinadas a “asilar exemplares da fauna ou flora ameaçadas de extinção” e b) Art. 5º, que informava sobre a “criação de Parques Nacionais, Estaduais e Municipais e Reservas Biológicas, ..., conciliando a proteção integral da flora, da fauna e das belezas naturais ...” Este último artigo foi revogado com a edição da Lei nº 9.985/00, ou Lei do SNUC.

^{13/} Muito embora CAPRA (1996, p. 53) indique que o russo Alexander Bogdanov tenha desenvolvido 30 anos antes uma teoria da “tectologia” (ou ciência das estruturas, ou ciência universal das organizações). Ainda segundo Capra, os estudos de Bogdanov foram publicados, em Russo, entre 1912 e 1917, e só mais tarde traduzidos para o Alemão. Talvez por esse motivo tais estudos sejam pouco conhecidos no Ocidente.

Segundo reporta Beveridge (1981), todos os sistemas, sejam eles físicos, biológicos ou sóciopolíticos, têm certas características comuns, dentre as quais as seguintes são particularmente relevantes para este estudo:

- Os componentes interagem harmonicamente entre si, formando uma rede de elementos interdependentes constituindo um todo. Todos os elementos são integrados; se houver um elemento presente que não interaja com os demais, ele não faz parte do sistema;
- Um sistema é mais do que a simples soma de suas partes.^{14/} Um sistema tem propriedades e caráter próprios, que lhe são conferidos por sua organização. Uma coleção de partes soltas não forma um sistema. Apenas quando as partes são montadas, e o todo assume uma nova capacidade, um sistema é formado;
- Se um dos componentes é deficiente, incapaz de interagir corretamente com os outros não preenchendo sua função específica, o sistema todo é afetado. Todas as partes têm um papel a desempenhar. Mesmo alterar apenas um dos elementos, pode, às vezes, ter conseqüências completamente inesperadas;^{15/}
- Os sistemas que se relacionam com outros sistemas são chamados sistemas abertos. Eles dependem de outros sistemas quanto à energia que necessitam e sua produção afeta outros sistemas. Virtualmente todos os sistemas são parte de sistemas maiores (chegando até o Universo) e seus componentes são uma série de subsistemas (chegando até os átomos);
- Os sistemas fechados são independentes: não produzem e não consomem (tais sistemas não existem na realidade, mas para fins de análise algumas máquinas, grupos sociais ou organismos são tratados como sistemas fechados);
- Segue-se que os sistemas [abertos] funcionam em relação com o seu ambiente, do qual eles dependem para sua manutenção e o qual eles afetam com o que produzem;
- A maioria dos sistemas está sujeita a coerções externas, impostas pelo ambiente, e coerções internas, devidas às limitações que lhe são inerentes;
- Muitos sistemas, especialmente na Biologia, na Sociologia e na indústria, tendem a alcançar e manter um equilíbrio dinâmico denominado “homeostase”. Como exemplo o autor menciona que a temperatura do corpo humano pode sofrer variações, mas os mecanismos internos do organismo a reequilibra, dentro de limites normais.

Para Odum (1986, p. 9) um sistema ecológico ou ecossistema é qualquer unidade (biosistema) que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (a comunidade biótica) em uma dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas. Ainda segundo aquele autor, o ecossistema é a unidade funcional básica na ecologia, pois inclui tanto os organismos como o ambiente abiótico; cada um desses fatores influencia as propriedades do outro e cada um é necessário para a manutenção da vida, como a conhecemos, na Terra.

Segundo Lugo (1996), o manejo de ecossistemas florestais difere do manejo florestal tradicional, principalmente quanto ao escopo e profundidade da análise. Ainda segundo Lugo, manejo de ecossistemas [florestais] significa o uso de uma análise holística no manejo de terras [e florestas] e águas, para a produção de produtos, serviços e conservação da biodiversidade (manipula-se o sistema ao qual as partes componentes pertencem aos invés de apenas manipular os componentes do ecossistema, individualmente).

Para os propósitos do presente estudo torna-se fundamental reconhecer que a presença da fauna silvestre, nos ambientes florestais, é indicador da saúde dos ecossistemas, de seu equilíbrio e de sua completude.^{16/} Há que se reconhecer que todas as espécies animais desempenham funções essenciais tanto para a existência como para a renovação dos ecossistemas.

A FAUNA COMO VETOR DA BIODIVERSIDADE

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, MMA, biodiversidade refere-se à variedade genética dentro de populações e espécies, à variedade de espécies da flora da fauna e de microorganismos, e à variedade de funções ecológicas desempenhadas pelos organismos nos ecossistemas.^{17/} O significado da expressão inclui assim, a totalidade dos seres vivos e sua variabilidade, além de suas funções (diz-se, então da diversidade ecológica).

A relação entre animais e vegetais em florestas tropicais e subtropicais nativas tem sido documentada por diversos autores. Para Jacobs (1987, p. 140-143), a complexidade das florestas tropicais deve-se à rica diversidade entre plantas e animais e às redes que constituem a cadeia alimentar. Whitmore (1990) informa que os animais são essenciais para a polinização em florestas tropicais (em contraste às florestas temperadas, quando o vento é fator mais importante).

^{14/} Aristóteles já houvera afirmado que: “o todo é muito mais do que a soma das partes!”

^{15/} Nos grandes sistemas, nem todas as partes componentes têm igual importância: alguns elementos são essenciais e outros podem perder-se sem que o sistema seja perturbado de forma significativa.

^{16/} Assim como a presença da ictiofauna, e de sua diversidade, são indicadores da qualidade da água.

^{17/} Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/biodiv/biodiv.html>>, acesso em 27/02/04.

Ainda segundo esse autor, nas florestas tropicais, numerosas espécies de animais co-existem alimentando-se dos mesmos recursos. De outro, lado, a co-existência de diversas espécies vegetais que têm os mesmos agentes polinizadores e dispersores, ocorre devido ao fato de que sua floração e sua frutificação verificam-se em diferentes épocas do ano.

Segundo Redford et al. (1995, p.15) muito embora diversos ecólogos tenham documentado percepções acerca do importante papel representado pelos grandes animais na dispersão e de sementes, na herbivoria, na polinização, e na predação, até recentemente poucos estudiosos se preocuparam com o que aconteceria à cobertura florestal, caso os animais fossem removidos do ecossistema: aqueles autores afirmam que, nessa hipótese, a consequência seria uma “floresta modificada”.^{18/} Em seu estudo denominado “a floresta vazia” Redford (1992) descreveu o fenômeno com a denominação “ecologia da exploração” (devido às consequências da excessiva caça de animais) indicando as grandes alterações na estrutura e composição das florestas, no longo prazo. Isto certamente tem efeitos perniciosos sobre o equilíbrio ou estabilidade de um ecossistema assim como sobre as expectativas que se possa ter em relação à sua sustentabilidade.

PLANOS DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL DE USO MÚLTIPLO

A Lei nº 6.938/81 instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente. Em seu Art. 3º, II, aquela lei informa que, dentre os diferentes recursos ambientais legalmente protegidos, encontram-se o ar, o solo, o subsolo, as águas (de superfície e subterrâneas), a fauna e a flora (incluindo-se, aqui, portanto, também as florestas nativas). Também por definição legal, deve-se entender por “degradação” qualquer alteração adversa das características e elementos que integram o meio ambiente. No entanto, não há degradação em resultado ao corte seletivo de determinadas árvores no contexto de um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) cuja implementação tenha sido autorizada pelo órgão ambiental competente.^{19/} Ocorre que, na execução de um PMFS, a cobertura florestal deverá (ou deveria) estar recomposta, após transcorrido um determinado lapso de tempo denominado ciclo de corte.^{20/ 21/}

O Decreto nº 1.282, de 19-10-1994 (DOU de 03-11-1994) dispõe sobre a exploração das florestas primitivas e outras formas de vegetação arbórea localizadas na bacia amazônica de que trata o Art. 15 da Lei nº 4.771/65. Em seu Art. 1º, § 2º, aquele Decreto define Manejo Florestal Sustentável como “a administração da floresta para a obtenção

^{18/} Sobre a importância da preservação da fauna como elemento da estratégia de manejo veja-se Fantini et al. (1992): a ausência de vetores diretos ou indiretos de dispersão, terá como consequência uma regeneração natural deficiente.

^{19/} Ahrens (1997, p. 9-11) e Carpanezzi (1997, p. 32-37) mencionam alguns dos danos causados pela execução de Planos de Manejo em florestas nativas: além da abertura de estradas (muitas vezes sem qualquer preocupação conservacionista) e da limpeza do sub-bosque, por vezes ocorre o anelamento, e a morte, de árvores ditas “indesejáveis” (*sic!*) Ahrens (2003) analisa conceitos jurídicos fundamentais do Código Florestal e que incluem, também, elementos que fundamentam e justificam a exigibilidade dos Planos de Manejo sempre que o proprietário ou possuidor desejar proceder ao corte seletivo de árvores de espécies florestais nativas localizadas em uma floresta natural que esteja sob seu domínio.

^{20/} A essa capacidade natural de recuperação de um ecossistema, alterado após perturbações, denomina-se “resiliência”.

^{21/} O Programa Nacional de Florestas, PNF (instituído pelo Decreto nº 3.420, de 20-04-2000), é um importantíssimo instrumento de Política Florestal do País. Segundo informado em Brasil (2000, p. 26-30), dentre as dez linhas temáticas do PNF, encontra-se: a) Expansão e consolidação do manejo de florestas nativas em áreas públicas; e b) Manejo de florestas nativas em áreas privadas.

No primeiro caso, diz-se das Unidades de Conservação de Uso Sustentável inseridas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, SNUC, instituído com a edição da Lei nº 9.985, de 18-07-2000: o propósito é ampliar e consolidar a base de florestas manejadas em áreas públicas e aprimorar o sistema de gestão das Unidades de Uso Sustentável (A esse propósito, o Poder Executivo elabora Projeto de Lei a ser enviado ao Congresso Nacional ainda durante 2004, no sentido de regulamentar a matéria, o que incluirá, também, a adoção de um Regime de Concessão, aos particulares, permitindo o uso de florestas localizadas em terras de domínio público).

A outra linha temática mencionada tem o objetivo de ampliar a adoção de sistemas de manejo sustentável em áreas cobertas com florestas nativas, inclusive aquelas destinadas a compor a Reserva Legal das propriedades rurais, nos termos da Lei nº 4.771/65.

Em ambos os casos, diz-se da necessidade de promover o Manejo Florestal Sustentável, o que certamente é um imenso desafio. De outro lado, cabe mencionar que o Art. 2º do Decreto nº 3.420 assim determina: *O PNF tem os seguintes objetivos: I. Estimular o uso sustentável de florestas nativas e plantadas; ... X. estimular a proteção da biodiversidade e dos ecossistemas florestais.* Obviamente, obrigação intrínseca ao atendimento daqueles objetivos é a proteção da fauna silvestre.

de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo.” No Art. 2º informa-se que o PMFS atenderá aos seguintes princípios gerais e fundamentos técnicos:

Princípios gerais:

- conservação dos recursos naturais;
- conservação da estrutura da floresta e de suas funções;
- manutenção da diversidade biológica;
- desenvolvimento sócio-econômico da região.

Fundamentos técnicos:

- levantamento criterioso dos recursos disponíveis a fim de assegurar a confiabilidade das informações pertinentes;
- caracterização da estrutura e do sítio florestal;
- identificação, análise e controle dos impactos ambientais, atendendo à legislação pertinente;
- viabilidade técnico-econômica e análise das conseqüências sociais;
- procedimentos de exploração florestal que minimizem os danos sobre o ecossistema;
- existência de estoque remanescente do recurso que garanta a produção sustentada da floresta;
- adoção de sistema silvicultural adequado;
- uso de técnicas apropriadas de plantio, sempre que necessário.

Uma breve análise dos itens acima mencionados revela o fato de que simplesmente não existe previsão sobre considerações acerca da fauna.

Ao analisar a legislação pertinente aos PMFS para a exploração de florestas nativas localizadas na Bacia Amazônica, Lopes (2000, p. 47) informa sobre a evolução verificada no conceito de manejo florestal e identifica três diferentes momentos: inicialmente o manejo era “sustentado” (Portaria nº 486-P/86), depois “sustentável” (Decreto nº 1.282/94) e, após o Decreto nº 2.788/98, “sustentável de uso múltiplo”. Este último diploma legal assim definiu:

“Manejo Florestal Sustentável de Uso Múltiplo é a administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies de madeiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza ambiental.”

A definição informa sobre respeito aos “mecanismos de sustentação do ecossistema” o que implica reconhecer a necessidade de se manter os processos ecológicos essenciais como, por exemplo, a polinização, a dispersão de sementes, a germinação de sementes, e a regeneração natural, sem o que simplesmente não haveria a renovação da cobertura vegetal. A “sustentação do ecossistema” significa, também, a manutenção da diversidade biológica, tanto em termos de flora como fauna.

A Instrução Normativa 04, de 04-03-2002, editada pelo Ministério do Meio Ambiente, MMA, informa sobre os procedimentos necessários para a elaboração, trâmite legal e implementação de PMFS: no seu Art. 1º aquela IN determina-se o que segue:

Art. 1º - A exploração das florestas primitivas da bacia amazônica de que trata o Art. 15 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal), e das demais formas de vegetação arbórea natural, somente será permitida sob a forma de manejo florestal sustentável de uso múltiplo, mediante as modalidades de plano de manejo estabelecidas na presente Instrução Normativa. ^{22/}

§ 1º As modalidades de plano de manejo aqui estabelecidas devem obedecer aos princípios de conservação dos recursos naturais, de preservação da estrutura da floresta e de suas funções, de manutenção da diversidade biológica, e de desenvolvimento sócio-econômico da região

Na estrutura prevista para os PMFS, conforme definida por aquelas duas Instruções Normativas, não se verifica nenhuma menção à fauna silvestre. Os “verificadores” e “indicadores” da adequada implementação ou execução dos

^{22/} O § 2º da IN 04/2002 estabeleceu as seguintes modalidades de Plano de Manejo Florestal Sustentável de Uso Múltiplo: PMFS em Escala Empresarial; PMFS de Pequena Escala; PMFS Comunitário; PMFS em Florestas de Palmeiras. A IN 07, de 22-08-2003, editada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, IBAMA, disciplina os procedimentos relativos às atividades pertinentes aos Planos de Manejo Florestal Sustentável para a exploração seletiva do mogno (*Swietenia macrophylla* King).

PMFS utilizados pelo órgão ambiental competente, também não consideram a fauna silvestre, fato que deve ser considerado como grave omissão.^{23/}

Apesar das valiosas contribuições documentadas na literatura técnica brasileira sobre Manejo Florestal, ainda existe uma carência de estudos sobre as relações entre flora e fauna silvestre no contexto da exploração florestal seletiva. Assim, é particularmente significativo verificar que a literatura técnica em silvicultura e em manejo florestal prioriza os aspectos quantitativos do tema e ignora (ou, pelo menos, omite) a fauna silvestre.^{24/} Por vezes, a regeneração das Florestas Nativas é apreciada como fato que ocorre simplesmente, e apenas, devido a causas naturais não identificadas. Com frequência, a regeneração natural não é associada à existência da fauna silvestre (por vezes, a fauna silvestre é mencionada apenas ocasionalmente, ou como objeto da caça). Argumenta-se, portanto, que, por ser elemento umbilicalmente vinculado à existência das florestas nativas, e por ser o agente de diversos “*processos ecológicos essenciais*”, considerações sobre a fauna silvestre devem obrigatoriamente integrar tanto o estudo, como a estrutura, a implementação e o monitoramento dos PMFS.

É certamente equivocada a expectativa que por vezes se tem acerca da recomposição da cobertura arbórea após uma operação de corte seletivo. Para uma apreciação tecnicamente apropriada do problema, torna-se vital reconhecer o fato de que após uma intervenção (com corte seletivo de determinadas árvores), qualquer floresta terá uma nova estrutura e composição de espécies, ou seja: o ecossistema terá sido modificado. Adicionalmente, no decurso do tempo, as mudanças que irão ocorrer naqueles elementos conduzirão o ecossistema a uma nova condição, e que jamais será a mesma que originalmente existia. O fato é tão verdadeiro e irrefutável, que ocorre até mesmo sem que nenhuma intervenção seja realizada, pois o ecossistema mudará naturalmente. Para melhor compreender o fenômeno, veja-se a questão dos estágios sucessionais (ou, estágios de sucessão vegetal); ou o fato de que após a morte de uma árvore de uma espécie de clímax, v.g. por causas naturais, outras espécies (pioneiras, no entanto) ocuparão a clareira.

Após discorrer sobre a constituição de comunidades de animais, habitats, sua estrutura e funções, Bauer (1993, p.1078-1079) enfatiza que o profissional responsável pelo manejo florestal deve ter pleno conhecimento sobre tais atributos, para conservá-los, utilizá-los ou até mesmo aprimorá-los para assim manter a estabilidade ecológica, a biodiversidade ou a produtividade. O responsável pelo manejo deve considerar os possíveis impactos de suas atividades e operações como, por exemplo, o corte de árvores, a abertura de carregadores, de caminhos e de estradas, o arraste de toras, a organização dos estaleiros, e a disposição de resíduos, sobre todas as formas de vida. O profissional em Manejo Florestal deve ainda prever medidas mitigadoras; deve ter conhecimento prévio das espécies da fauna que serão prejudicadas e daquelas que serão beneficiadas em consequência da implementação de diferentes intervenções; acima de tudo, deve ter um razoável conhecimento sobre como todas as operações irão afetar a estabilidade do ecossistema.^{25/}

CONSIDERAÇÕES FINAIS & CONCLUSÕES

A presença da fauna silvestre é essencial para a existência das florestas nativas assim como para a efetiva implementação dos Planos de Manejo Florestal Sustentável: em síntese sem a presença da fauna silvestre local a sustentabilidade ambiental dos ecossistemas florestais fica comprometida. Por esse motivo, especialmente, o desenvolvimento deste estudo permitiu a formulação das seguintes conclusões:

- O cumprimento da “função social da propriedade rural” implica, obrigatoriamente, seja observado, também, o disposto no Código de Proteção à Fauna, Lei nº 5.197/67;

^{23/} Disponíveis em: <http://www2.ibama.gov.br/flores/manflor/criterios.html>

^{24/} Dentre os diversos autores que têm documentado suas valiosas percepções em Manejo Florestal cita-se, por exemplo, Graaf (1986), Lamprecht (1990), Higuchi (1994), Scolforo (1997), Hosokawa et al. (1988), Schneider & Finger (2000), Silva et. al. (2001) e os autores dos trabalhos organizados por Sabogal & Silva (2002).

^{25/} O Programa Brasileiro de Certificação Florestal, CERFLOR, é materializado pela aplicação da normas NBR 14789 e NBR 15789, para a certificação do manejo de Florestas Plantadas e Florestas Nativas, respectivamente. A aplicação dessas normas fundamenta-se na verificação de indicadores, no contexto de diversos critérios e que atendem aos seguintes cinco princípios fundamentais: 1) Obediência à legislação; 2) Racionalidade no uso dos recursos florestais a curto, médio e longo prazos, em busca da sua sustentabilidade; 3) Zelo pela diversidade biológica; 4) Respeito às águas, ao solo e ao ar; 5) Desenvolvimento ambiental, econômico e social das regiões em que se insere a atividade florestal. Argumenta-se que na verificação da sustentabilidade do manejo de florestas nativas, deve-se considerar, obrigatoriamente, a fauna silvestre. Por esse motivo, muito embora a preocupação com a fauna silvestre possa ser verificada em diferentes partes daquelas normas, é no conteúdo de seu Princípio 3, que o CERFLOR, de forma explícita e inequívoca, demanda evidências documentadas sobre a proteção da biodiversidade no escopo da certificação. Informações detalhadas acerca destas normas podem ser obtidas consultando-se www.inmetro.gov.br e www.abnt.org.br.

- A fauna silvestre é parte integrante e indissociável dos ecossistemas florestais, estes últimos constituindo importante figura jurídica que o Código Florestal denomina “florestas nativas”. Por esse motivo, a presença da fauna silvestre é um indicador da homeostase (equilíbrio dinâmico, no tempo) dos ecossistemas florestais;
- Os Planos de Manejo Florestal Sustentável de Uso Múltiplo previstos nas Instruções Normativas 04/2002 e 07/2003, editadas, respectivamente pelo MMA e pelo IBAMA, contemplam apenas o componente arbóreo dos ecossistemas florestais e, por esse motivo, o seu desempenho quanto à sustentabilidade ambiental não pode ser verificado nem assegurado;
- Após considerar tudo que foi exposto e analisado, recomenda-se a incorporação de medidas de inventário e monitoramento da fauna silvestre (Inventário Contínuo da Fauna Silvestre) aos diplomas legais que dispõem sobre o manejo de florestas nativas no Brasil. Tal providência é imprescindível para possibilitar o aprimoramento das práticas de Manejo Florestal na medida em que o cumprimento de sua sustentabilidade deva ser perseguido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHRENS, S. Manejo de recursos florestais no Brasil: conceitos, realidades e perspectivas. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL, 1. 1997. Curitiba. **Tópicos em Manejo Florestal Sustentável**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 253 p. (EMBRAPA CNPQ. Documentos 34). p. 1-16.
- AHRENS, S. O “novo” Código Florestal Brasileiro: conceitos jurídicos fundamentais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8. **Anais**. São Paulo: SBS; Brasília, SBEF, 2003. 1 CD ROM. 14 p.
- BAUER, J. J. Wildlife conservation and management. In: PANCEL, L. (Ed.) **Tropical forestry handbook**. Berlin: Springer-Verlag, 1993. v. 2, p. 1059-1139.
- BERTALANFFY, L. von. The theory of open systems in Physics and Biology. **Science**, 3, p. 23-29. 1950.
- BEVERIDGE, W.I.B. **Sementes da descoberta científica**. São Paulo: EDUSP, 1981. 134 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Diretoria do Programa Nacional de Florestas. **Programa Nacional de Florestas**. Brasília, 2000. 49 p.
- CAPRA, F. A ascensão do pensamento sistêmico. In: _____. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 1996. p. 31-70.
- CARPANEZZI, A.A. Danos ambientais causados pelo manejo de florestas tropicais para produção de madeira. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL, 1. 1997. Curitiba. **Tópicos em Manejo Florestal Sustentável**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 253 p. (EMBRAPA CNPQ. Documentos 34). p. 31-39.
- FANTINI, A.C.; REIS, A.; REIS, M.S. dos; GUERRA, M.P. Sustained yield management in tropical forest: a proposal based on the autoecology of the species. **Sellowia**, n. 42/44, p. 25-33. 1992.
- FIRKOWSKI, C. O habitat para a fauna. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., Campos do Jordão. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura; Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, SBEF, 1990. p. 139-144.
- GRAAF, N. R. de. **A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Agricultural University, 1986. 207 p.+apêndices.
- HIGUCHI, Niro. Utilização e manejo dos recursos madeireiros das florestas tropicais húmidas. **Acta Amazônica**, v. 24, n. 3/4, p. 275-288. 1994.
- HOSOKAWA, Roberto Tuyoshi; MOURA, José Brandão de; CUNHA, Ulisses da. **Introdução ao manejo e economia de florestas**. Curitiba: UFPR, 1988. 162 p.
- JACOBS, M. Relationship of plants and animals. In: _____. **The tropical rain forest: a first encounter**. Berlin: Springer-Verlag, 1988. p. 138-152.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: GTZ, 1990. 343 p.
- LOPES, S.R.M. **Procedimentos legais da exploração florestal na Amazônia**. Belém: EFS, 2000. 123 p.
- LUGO, A.E. Ecosystems management requires good ecology. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 20., Tampere, 1995. **Caring for the Forest: Research in a Changing World: Proceedings**. Viena: IUFRO, 1996. v. 2, p. 13-21.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 434 p.
- REDFORD, K.H. The empty forest. **BioScience**, v. 42. n. 6. p. 412-422. 1992.
- REDFORD, K.H.; GODSHALK, R.; ASHER, K.. **What about the wild animals? wild animal species in community forestry in the tropics**. Roma: FAO, 1995. 93 p. (Community Forestry Note, 13)

SABOGAL, C.; SILVA, J.N. (Eds.) **Manejo integrado de florestas úmidas tropicais por indústrias e comunidades:** aplicando resultados de pesquisa, envolvendo atores e definindo políticas públicas. Belém: CIFOR; Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 476 p.

SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. **Manejo sustentado de florestas inequiâneas heterogêneas.** Santa Maria: UFSM, 2000. 195 p.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal.** Lavras: UFLA, 1997. 438 p.

SILVA, G.F. da; FIEDLER, N.C.; PINHO, G.S.C.; KUTSCHENSKI Jr., F.E.; VENTUROLI, F. O manejo florestal e seus aspectos legais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2. Santa Maria, **Anais.** Santa Maria: UFSM, 2001. p. 677-683.

WHITMORE, T.C. Interconnections between plants and animals: the web of life. In: _____. **An introduction to tropical rain forests.** Oxford: Clarendon, 1990. p. 66-80.

RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. DON., NA REGIÃO DA SERRA DO SUDESTE, ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

HIPSOMETRIC RELATION FOR *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. DON., IN THE REGION OF SERRA OF SUDESTE, RIO GRANDE DO SUL STATE

Fabio Luiz Fleig Saidelles¹ João Leonardo Fernandes Pires² Cristiane Weber³ Mauro Valdir Schumacher⁴

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo selecionar dentre os modelos matemáticos testados aquele que melhor estima a altura em função do diâmetro à altura do peito (DAP), em um povoamento de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don., na região da Serra do Sudeste, no estado do Rio Grande do Sul. Para o ajuste dos dados de altura foram testados 13 equações matemáticas, sendo utilizadas equações lineares aritméticas e logarítmicas. Os parâmetros estatísticos usados na comparação das equações foram o coeficiente de determinação ajustado (R_{aj}), o erro padrão de estimativa em percentagem ($S_{yx}\%$), o valor da estatística F (F) e em seguida, com base nesses, foi realizada a análise gráfica dos resíduos para os cinco melhores modelos matemáticos. A equação 08, representada por $d^2/\sqrt{h-1,3} = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2$ resultou como modelo mais eficiente, ajustado em função do DAP das árvores, para estimar as alturas em povoamentos de *Cryptomeria japonica* com 28 anos de idade.

Palavra-chave: relação hipsométrica, altura, diâmetro, *Cryptomeria japonica*.

ABSTRACT

This work had as objectives to select mathematical models to predict the height of trees in function of diameter at the breast height (DBH) in *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. stands in Serra do Sudeste region of Rio Grande do Sul State. For the adjustment of the height data 13 mathematical equations were tested, being used arithmetic and logarithmic linear equations. The statistics criterion for comparison this were the adjusted determination coefficient (R_{aj}), the standard error of estimate in percentage ($S_{yx}\%$), the F statistic and the residues graphic for the five better mathematical models. The equation 08, represented by $d^2/\sqrt{h-1,3} = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2$ resulted as more efficient model, adjusted in function of the trees DBH, to adjust the heights in stands of *Cryptomeria japonica* with 28 year-old age.

Key words: hypsometric relation, height, diameter, *Cryptomeria japonica*.

INTRODUÇÃO

Conforme Carpanezzi & Carvalho (1988), *Cryptomeria japonica* é originária da região temperada do Japão, onde é conhecida como “sugi” e ocupa cerca de 30% da área florestal do país.

Segundo Alves *et al.* (1984), a espécie apresenta ótimo desenvolvimento em locais onde a temperatura média fica próximo aos 12 °C e pluviosidade média anual acima de 2.000 mm, mas no seu país de origem e geralmente encontrada em altitudes entre 600 e 1.800 metros, locais caracterizados por invernos frios, com a ocorrência de neve e verões moderadamente quentes.

É uma espécie de porte elevado, comumente chegando aos 30 metros, em alguns casos, podendo chegar aos 50 metros de altura, na região de origem. A *Cryptomeria japonica* também conhecida por “cedro japonês”, apresenta copa cônica, tronco reto e casca acastanhada e fibrosa (Fabião, 1987).

Nas árvores do povoamento não foi constatada a desrama natural, assim sendo os galhos mesmo secos persistiam nas plantas observadas.

Colodette (1982) analisando a madeira de *Cryptomeria japonica* quanto a fabricação de polpa de papel “kraft” de alta resistência, verificou que a espécie apresenta grande potencialidade.

Segundo Lorenzi *et al.* (2003) a *Cryptomeria japonica* é também conhecida no Brasil por pinheiro vermelho, cedro-do-japão, criptoméria-élegans, sendo muito utilizada para paisagismo em regiões montanhosas, adaptando-se melhor nas regiões de altitude do sul do Brasil.

¹ Engenheiro Florestal M. Sc. Pesquisador FEPAGRO, doutorando pelo PPGEF, Email: ffleig@yahoo.com.br.

² Engenheiro Agrônomo Dr. Pesquisador da EMBRAPA Trigo.

³ Engenheira Florestal.

⁴ Engenheiro Florestal Dr. Professor do Departamento de Ciências Florestais – UFSM.

A relação hipsométrica é a relação entre a altura e o diâmetro, que pode ser representada por um modelo matemático, que estime a altura em função do diâmetro da árvore. E pode ser utilizada em inventários florestais, nos quais existe uma maior facilidade da determinação dos diâmetros enquanto a medição das alturas é mais demorada e que exige mais treino dos mensuradores.

Segundo Finger (1992) na medida que aumenta a idade do povoamento as diferenças entre as curvas da relação h/d tendem a diminuir gradativamente, pois quando a árvore atinge seu clímax de crescimento, sendo isso uma característica da espécie e sítio, o seu crescimento em diâmetro e altura será reduzida e, como conseqüência, mudanças na relação h/d serão muito pequenas. Com relação a posição sociológica da árvore esta será mais ou menos influenciada dependendo do estrato em que se encontra. O aumento da densidade do povoamento faz com que a relação h/d também aumente.

Em estudo de estruturação da produção para *Pinus taeda*, Mainardi (1995), testou 34 modelos de relação hipsométrica para região de Cambará do Sul, RS. Encontrando, $d^2/\sqrt{h-1,3} = b_1 * d + b_2 * d^2$, como melhor modelo para o ajuste dos dados, apresentando como coeficiente de determinação (R_{aj})= 0,99 e o erro padrão da estimativa ($S_{yx}\%$) = 5,3.

Num estudo para determinar o modelo para estimar as alturas em função do diâmetro para *Pinus elliottii*, Drescher, *et al.* (2000) na região da Serra do Sudeste, selecionaram: $1/\sqrt{h-1,3} = b_0 + b_1 * 1/d + b_2 * 1/d^2$, como melhor modelo, que apresentou $R_{aj} = 0,82$ e $S_{yx}\%=3,0$. Já JORGE (1983), testando varias equações para descrever a relação h/d para esta conífera obteve como melhor modelo: $d^2/(h - 1,3) = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2 + b_3 * d^3$ que apresentou um $R_{aj} = 0,90$, $S_{yx}\%=3,9$.

Schumacher *et al.* (2001) obtiveram com o modelo $h = d^2 / (b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2)$, o melhor ajuste dos dados de altura em função do diâmetro a altura do peito para *Araucaria angustifolia*. Modelo este que apresentou $R_{aj} = 0,83$, $S_{yx}=0,2$ e uma ótima distribuição dos resíduos.

Devido a várias utilidades da *Cryptomeria japonica* e da dificuldade no inventário florestal de se conhecer com precisão a altura das árvores, reduzindo custos e tempo de levantamento é que se objetivou com este trabalho selecionar o melhor modelo de relação hipsométrica, que possa ser utilizado para estimar em função do diâmetro a altura do peito (dap), a altura das árvores do povoamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados do presente trabalho foram provenientes de florestas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don., com 28 anos de idade, localizadas no município de Encruzilhada do Sul, a qual pertence a região fisiográfica denominada Serra do Sudeste, em área pertencente a Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO/RS.

O cedro-do-japão foi plantado com espaçamento inicial de 4 x 2 metros, sendo que o povoamento nunca sofreu intervenção de desbaste ou desrama, nem replantio das árvores mortas. No primeiro ano, após o plantio foram realizadas práticas de manutenção, como combate a formigas, coroamento, roçadas, a fim de garantir um bom desenvolvimento das plantas.

Segundo Moreno (1961) o clima da região é do tipo Cfb/g, definido pela temperatura média do mês mais frio de 13,6 °C e do mês mais quente de 24,8 °C. As chuvas estão distribuídas por todos os meses do ano, sendo junho o mês mais chuvoso, com precipitação de 160 mm, e dezembro o mês de menor ocorrência de chuvas, com 94 mm. A região pode apresentar déficit hídrico nos meses de dezembro a março. A umidade relativa média anual é de 81%.

A região apresenta freqüentemente, nos meses de inverno, formação de geadas, com uma média de 22 ocorrência por ano, os ventos predominantes são o sudeste e leste. A altitude média da região varia entre 100 a 500 metros e o relevo é ondulado, com formações de vales abertos.

Segundo Streck *et al.* (2002), na nova classificação de solos do Rio Grande do Sul, a região pertence ao mapeamento Pinheiro Machado de Neossolos Litólicos distróficos típicos. Os Neossolos Litólicos, devido à sua pequena espessura, ocorrem em regiões de relevo forte ondulado e montanhoso, em geral com pedregosidade e afloramento de rochas, e tendo baixas tolerâncias de perdas de solos por erosão hídrica.

Foram mensuradas 70 árvores, determinando-se as alturas e os respectivos diâmetros a altura do peito (DAP), para ajuste dos modelos de relação hipsométrica, os quais estão apresentados na Tabela 01.

Para a seleção dos melhores modelos matemáticos, utilizou-se o coeficiente de determinação ajustado (R_{aj}), o erro padrão da estimativa em percentagem ($S_{yx}\%$) e o valor da estatística F. Para os 5 modelos, que apresentaram os melhores parâmetros estatísticos, foram realizadas a análise gráfica dos resíduos.

TABELA 01. Equações testadas para estimar as alturas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don., em função do diâmetro a altura do peito.

Equação	Modelo Matemático
01	$\log h = b_0 + b_1 * \log d$
02	$h - 1,3 = b_0 + b_1 * d$
03	$1/\sqrt{h - 1,3} = b_0 + b_1 / d$
04	$\log h = b_0 + b_1 * d$
05	$h = b_0 + b_1 * d$
06	$h = b_0 + b_1 * \ln d$
07	$1/\sqrt{h - 1,3} = b_0 + b_1 * 1/d + b_2 * 1/d^2$
08	$d^2/\sqrt{h - 1,3} = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2$
09	$1/\sqrt{h - 1,3} = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2$
10	$\ln (h-1,3) = b_0 + b_1 * \ln d + b_2 * \ln^2 d$
11	$h = d^2 / (b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2)$
12	$\ln h = b_0 + b_1 * \ln d$
13	$h = (d / (b_0 + b_1 * d))^2$

Onde: d= diâmetro a 1,30 de altura (DAP); h= altura total; b₀, b₁, b₂ ...= coeficientes das equações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para Schneider (1997) os melhores modelos de relação h/d, devem ser selecionados entre outros critérios, pelo maior coeficiente de determinação, menor erro padrão da estimativa e análise gráfica dos resíduos.

Realizando a análise das equações propostas foram obtidos os parâmetros estatísticos que permitem realizar a seleção de um modelo que apresente melhor ajuste das alturas em função do diâmetro. Na Tabela 02 podemos observar os coeficientes (b₀, b₁ e b₂), o Coeficiente de Determinação ajustado (R_{aj}), o erro padrão da estimativa em percentagem (S_{yx}%) e o valor da estatística F (F) para as 13 equações testadas.

TABELA 02. Parâmetros estatísticos para as equações hipsométricas testadas para estimar a altura de árvores de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don.

Equação	Coeficientes			R _{aj}	S _{yx} %	F
	b ₀	b ₁	b ₂			
01	0,634014	0,415638	--	0,295321	4,31	29,92
02	8,639238	0,26009	--	0,256364	12,59	24,79
03	0,200471	1,416365	--	0,329426	6,65	34,90
04	1,023508	0,007545	--	0,270015	4,38	26,52
05	9,939238	0,26009	--	0,256364	11,58	24,79
06	-3,33707	6,17522	--	0,275989	11,43	27,30
07	0,251104	-0,79781	23,10072	0,334089	6,63	18,31
08	23,57025	-0,84202	0,252097	0,961290	4,72	875,74
09	0,435482	-0,01226	0,000202	0,323767	6,68	17,52
10	-3,87933	3,767638	-0,532640	0,313485	4,80	16,75
11	11,30511	-0,439332	0,060068	0,857393	11,55	208,42
12	1,459871	0,415638	--	0,295321	4,31	29,92
13	1,109073	0,202446	--	0,864331	5,71	440,59

Conforme podemos observar os 5 modelos 08, 13, 11, 07 e 03 respectivamente foram os que apresentaram os maiores R_{aj}, sendo que por este critério, quanto maior o coeficiente de determinação melhor é o ajuste da equação.

Utilizando-se o S_{yx}%, os 5 melhores modelos, que apresentaram o menor erro padrão da estimativa foram 12, 01, 04, 08 e 10 respectivamente.

Se compararmos os modelos quanto a estatística F, os melhores modelos, aqueles que apresentam maior valor de F, foram os de número 08, 13, 11, 03, 01 e 12 respectivamente.

Então, podemos observar que dentre os modelos com melhores parâmetros estatísticos está o de número 08, aparecendo entre os cinco melhores, nas três estatísticas. Os modelos 13, 11, 12, 03 e 01 aparecem em duas das três estatísticas entre os cinco melhores. Por fim, os modelos 10, 07 e 04 aparecem apenas uma vez entre os cinco melhores.

Com base nestes resultados foram selecionados os modelos 08, 01, 11, 12 e 13 para análise gráfica dos resíduos (Figura 01).

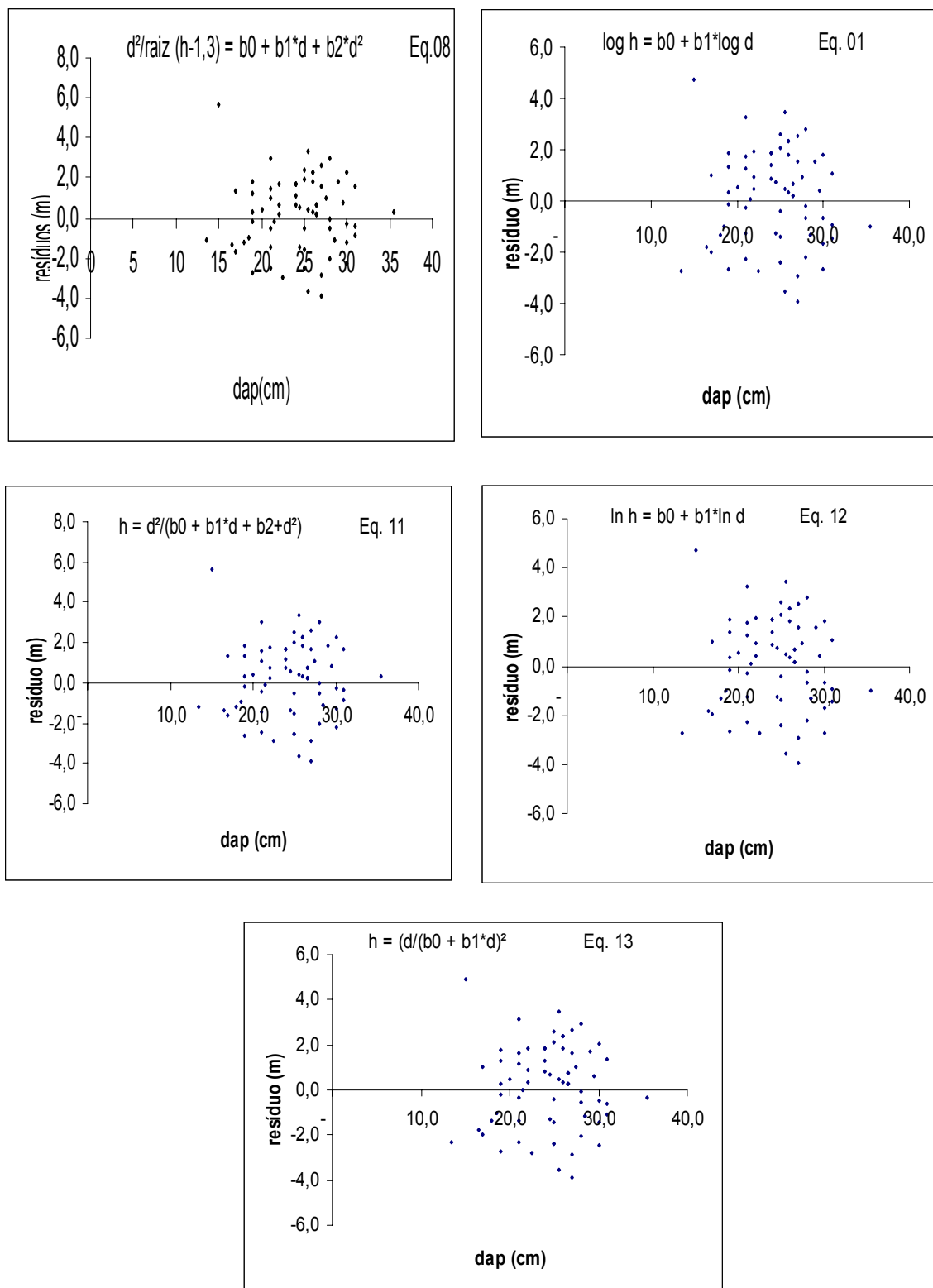


FIGURA 01. Análise gráfica dos resíduos das 5 equações selecionadas.

Pela análise gráfica dos resíduos, podemos observar que as 05 equações selecionadas, apresentaram a mesma tendência de distribuição dos resíduos.

Saidelles *et al.* (2003) trabalhando com a espécie *Cupressus lusitanica*, com 28 anos, outra conífera, plantada na mesma região fisiográfica do Rio Grande do Sul do presente estudo, também obtiveram como a melhor equação para

estimar, a altura em função do DAP, a equação $d^2/\sqrt{h-1,3} = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2$. tendo este modelo apresentado um $R_{aj} = 0,9938$, $S_{yx} \% = 4,50$ e estatística $F = 8790,90$.

CONCLUSÃO

Com base nas estatísticas R_{aj} , $S_{yx} \%$, F e análise gráfica dos resíduos podemos concluir que a equação 08 representada por: $d^2/\sqrt{h-1,3} = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2$ apresenta um bom ajuste dos dados, sendo considerada a melhor equação para estimar a altura para os povoamentos de *Cryptomeria japonica* com 28 anos de idade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S. T.; SHIMIZU, J. Y.; HIGA, R.C.V. **Teste de procedências de *Cryptomeria japonica* em três regiões do estado do Paraná**. Curitiba: EMBRAPA, 1984. 5p. (Relatório de Atividades, Projeto n. 40).
- CARPANEZZI, A.; CARVALHO, P.E.R. **Zoneamento ecológico para plantios florestais do Estado de Santa Catarina**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. 103p. (EMBRAPA-CNPQ. Documento 21).
- COLODETTE, J.L. Estudo das características da madeira e polpa Kraft da *Cryptomeria japonica* D. Don., In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 1., 1982, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1982. P.139-155.
- DRESCHER, R., SCHEEREN, L. W., MEDEIROS, J. G. da S. Relação hipsométrica para *Pinus elliotti* E. na região da Serra do Sudeste, RS. In: I SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, nov. 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, p. 427 – 437. 2000.
- FABIÃO, A.M.D. **Árvores e Florestas**. Portugal: Publicações Europa-América, 1987. 228p.
- FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM, CEPEF - FATEC, 1992. 269p.
- JORGE, L. A. B. Equações de relação hipsométrica para povoamentos de *Pinus elliottii* E., na Floresta Nacional de Três Barras, SC. **Brasil Florestal**, Brasília, nº 56, p. 41-47, 1983.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M. de; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas do Brasil – madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP.: Instituto Plantarum, 2003. 368p.
- MAINARDI, G. L. **Estruturação da produção de *Pinus taeda* L.: um estudo de caso para a região de Cambará do Sul, RS**. Santa Maria: UFSM, 1995. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 1995.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.
- SAIDELLES, F.L.F.; PIRES, J.L.F.; SCHLINDWEIN, G. Relação hipsométrica para *Cupressus lusitanica* na região da serra do sudeste, estado do Rio Grande do Sul. In: 9º CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2003, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata, 2003.
- SCHNEIDER, P. R. **Análise de regressão aplicada a engenharia florestal**. Santa Maria: CEPEF, 1997. 217p.
- SCHUMACHER, M. V., CAPRA, A., HERNADES, J. I., CALDEIRA, M. V. W., SCHEEREN, L. W. Relação hipsométrica para *Araucaria angustifolia* (Bert.) Otto Kuntze. na região oeste do estado do Paraná. In: II SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, set. 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, p.563-578. 2001.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002. 107p.

ESTIMATIVA DE BIOMASSA E CARBONO EM PLANTIOS DE *Pinus taeda* L. UTILIZANDO IMAGENS DO SATÉLITE IKONOS II

CARBON AND BIOMASS ESTIMATE IN *Pinus taeda* L. PLANTINGS USING IKONOS II SATELLITE'S IMAGES

Luciano Farinha Watzlawick¹ Henrique Soares Koehler² Flávio Felipe Kirchner³

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver metodologia utilizando imagens do satélite IKONOS II para realizar estimativas de biomassa e carbono orgânico em plantações de *Pinus taeda*. O desenvolvimento metodológico foi realizado inicialmente com a análise estatística (matriz de correlação) das bandas e índices de vegetação com os dados de biomassa e carbono orgânico, o ajuste e seleção de equações para estimar a biomassa e o carbono orgânico (variáveis dependentes) em função de variáveis provenientes das imagens de satélite, sendo a reflectância das bandas MS-1, MS-2, MS-3, MS-4, Razão de Bandas (MS-4/MS-3), NDVI e SAVI (variáveis independentes), e a quantificação das variáveis dependentes para toda a área de estudo. A utilização de imagens provenientes do satélite IKONOS II, apresentou resultados bastante satisfatórios, possibilitando com que as mesmas possam ser realizadas, necessitando para tanto que modelos matemáticos sejam ajustados.

Palavras-chave: biomassa, carbono orgânico, sensoriamento remoto, IKONOS II, Plantações de *Pinus taeda*.

ABSTRACT

The present work had as objective to develop methodology being used IKONOS II satellite's images to realize estimates of biomass and organic carbon in *Pinus taeda* plantations. The methodological development was initially realized with the statistics analysis (correlation analysis) of the bands and vegetation indices with the biomass and organic carbon data, the equations adjustment and election to esteem the biomass and organic carbon (changeable dependents) in function of proceeding variables from the satellite images, being the bands reflectance MS-1, MS-2, MS-3, MS-4, Bands Reason (MS-4/MS-3), NDVI and SAVI (changeable independent), and the dependent variables quantification all over the study area. The use of images proceeding from IKONOS II satellite presented results sufficiently satisfactory, making possible that ones can be realized, needing for that mathematical models are adjusted.

Key words: Biomass, organic carbon, remote sensing, IKONOS II, *Pinus taeda* plantations.

INTRODUÇÃO

Com o aumento da produção de energia e/ou da produção de alimentos, decorrentes das atividades humanas, ocasionam um acúmulo da ordem de 3 bilhões de toneladas de carbono por ano, na forma de CO₂ na atmosfera terrestre. Esse acúmulo de CO₂ na atmosfera é emitido em grandes quantidades por duas atividades humanas: a queima de combustíveis fósseis (gás natural, carvão, petróleo) e a destruição e queima das florestas. Desta forma, o controle do aumento do dióxido de carbono torna-se, imprescindível.

Estudos realizados em 1988 pela American Association for the Advancement of Science fazem uma previsão sobre as mudanças climáticas, relacionadas ao aumento destes gases, os quais poderão provocar um aquecimento global, com as temperaturas aumentando dentro de 30 a 90 anos de 2 a 5°C, provocando profundas mudanças, não somente climáticas mas também ecológicas, econômicas e sociais.

Na biomassa da floresta, os compostos de carbono constituem grande parte da mesma, sendo necessário desenvolver estudos quanto a métodos de quantificação, nos diversos componentes da planta, possibilitando assim entender melhor o "seqüestro" e o "armazenamento" de carbono da atmosfera pelas florestas. Estes estudos são trabalhosos, demorados e muito onerosos, podendo ser realizados por meio de métodos diretos e indiretos. Pelo método direto, as árvores são cortadas e seus componentes separados e pesados. No método indireto são utilizadas equações alométricas ou imagens de satélite para realizar as estimativas.

¹ Dr, Profº Adjunto Departamento de Eng. Ambiental da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, BR 153, Km 7, Bairro Riozinho, Irati-PR, 84.500-000. E-mail: farinha@irati.unicentro.br

² Dr, Profº Adjunto Departamento de Defesa Fitosanitária da Universidade Federal do Paraná – UFPR. E-mail: koehler@ufpr.br

³ Dr, Profº Adjunto do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná – UFPR. E-mail: kirchner@floresta.ufpr.br

Com os atuais avanços tecnológicos, com relação às imagens provenientes de sensores remotos nos últimos anos, e também com os desenvolvimentos relacionados aos avanços no processamento das imagens, têm-se obtido uma melhor caracterização da estrutura das florestas e, conseqüentemente de sua biomassa e carbono estocado. (Watzlawick & Kirchner, 2004)

Para Watzlawick et al. (2002a) as imagens de satélite podem ser importantes para realizar estimativas de biomassa e carbono, tanto para o cálculo de áreas, como também com os atuais avanços tecnológicos no que se refere ao tratamento digital das imagens de satélite, permitindo a caracterização das diferentes estruturas florestais, associando o conteúdo de biomassa e carbono a essas imagens. Isto consiste num método indireto e não destrutivo, podendo-se estimar parâmetros biofísicos pelas propriedades espectrais da vegetação, conciliando-se inventários de campo com dados espectrais das imagens.

Pelo exposto, conta-se a necessidade que de estudos que viabilizem a quantificação de biomassa e carbono utilizando métodos indiretos, possibilitando assim estimativas em menor tempo, conseqüente menores custos.

O presente trabalho possui como objetivos: a) desenvolvimento de metodologia utilizando imagens do satélite IKONOS II para realizar estimativas de biomassa e carbono orgânico em plantios de *Pinus taeda*; b) ajustar e testar equações para estimar variáveis de biomassa e carbono orgânico em função de variáveis provenientes das imagens do satélite IKONOS II; d) avaliar e testar a aplicabilidade de realizar estimativas de biomassa e carbono orgânico a partir de dados provenientes de imagens do satélite IKONOS II; e e) quantificar a biomassa e o carbono orgânico na área de estudo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Determinação de biomassa

A biomassa florestal, conforme definição apresentada por Alemdag (1982) referenciado por Wendling (1998), é a quantidade constituída por organismos no ecossistema em termos de massa.

Já Martinelli et al. (1994) definem a biomassa como a quantidade expressa em massa do material vegetal disponível em uma floresta. Brigadão (1992) refere-se ao termo fitomassa, como material seco da planta, que combinado com a zoomassa corresponde à biomassa.

As estimativas de biomassa dos vários tipos florestais geram ainda muita polêmica e controvérsias, conforme Higuchi & Carvalho Junior (1994). Algumas estimativas vêm de estudos que utilizam métodos diretos e outras de métodos indiretos. Os métodos indiretos baseiam-se normalmente em dados provenientes de inventários florestais, executados com finalidade de planejar a exploração e o manejo florestal, onde a variável é o volume de madeira. Já nos métodos diretos, são derrubadas e pesadas todas as árvores que ocorrem em uma parcela fixa.

Para Salati (1994), a utilização de métodos destrutivos é aplicável somente em pequenas áreas, e também como forma de "calibração" das equações utilizadas para determinações indiretas, devido o mesmo permitir um conhecimento detalhado da biomassa nos diferentes compartimentos da floresta. O autor ainda comenta que o método utilizado por Higuchi & Carvalho Junior (1994) parece ser apropriado para estimar a biomassa acima do solo, incluindo biomassa viva e morta, ressaltando que devem ser utilizadas técnicas específicas para a estimativa de biomassa e não aquela utilizada para realizar medidas do volume de madeira de uma floresta. Com relação à validade das informações quando da utilização de equações alométricas, deve-se atentar muito para o erro de amostragem. O autor recomenda tomar cuidados com relação às medidas realizadas em árvores com maiores diâmetros. Salienta também que as variações entre as estimativas são grandes quando se utilizam métodos convencionais de inventário florestal para estimativas de biomassa.

Houghton (1994) comenta que tipos diferentes de floresta armazenam diferentes quantidades de carbono dentro de sua biomassa, e locais diferentes dentro de um mesmo tipo de floresta também variam muito com relação à quantidade de biomassa. Esta afirmação é feita em função da maioria das estimativas de biomassa ser feita apenas nas partes aéreas da planta, considerando-se somente as partes vivas da planta acima do solo. O autor sugere que adaptações devam ser feitas para as estimativas das árvores menores, da vegetação rasteira no solo e da vegetação viva abaixo do solo (raízes), devendo-se incluir também a vegetação morta, tanto acima como abaixo do solo, em pé ou caída.

Esta preocupação acima referenciada é também manifestada por Fearnside (1994), visto que a maioria dos valores publicados para biomassa muitas vezes esconde inconsistências, tais como os componentes subterrâneos e mortos. Os autores Brown, Gillespie & Lugo (1989) comentam que a realização de amostragem destrutiva produz valores consistentemente mais altos do que as estimativas volumétricas, podendo haver tendências na escolha do local de estudo e falta de representatividade. Os autores afirmam que medidas diretas da distribuição entre os componentes da biomassa florestal acima do solo são necessárias para identificar fatores que estimem componentes tais como cipós, sub-bosque, serapilheira e madeira morta. Os componentes subterrâneos, incluem os "fustes subterrâneos" e as raízes, valores estes que muitas vezes têm sido subestimados porque praticamente a maioria das mensurações não tem incorporado estes valores de biomassa.

Segundo Brown, Gillespie & Lugo (1989), os métodos diretos fornecem estimativas bastante polêmicas, em função das estimativas estarem baseadas em dados de poucas parcelas, demasiadamente pequenas e freqüentemente tendenciosas na seleção. Os autores afirmam que esta tendenciosidade é devida a determinação de biomassa ser trabalhosa, pesada e monótona, o que leva o pesquisador a escolher sempre aquilo que julga ser mais representativo.

Também em função de serem poucas as chances de repetir o trabalho, o pesquisador tende a escolher um sítio mais denso, mais homogêneo e mais fácil de trabalhar. Por estas razões, as estimativas baseadas em métodos diretos tendem, segundo os autores acima, serem sempre superestimadas.

Higuchi & Carvalho Junior (1994) contesta as críticas feitas por Brown, Gillespie & Lugo (1989) relacionadas aos métodos diretos. Em função dos métodos baseados em inventários florestais serem tendenciosos em suas estimativas ficam muito aquém de valores obtidos por meio dos métodos diretos, devido na maioria das vezes os mesmos tratarem de inventários com finalidade volumétrica.

Koehler, Watzlawick & Kirchner (2002) comprovam as afirmações feitas por Higuchi (1994). Em estudo para verificar as fontes e os erros nas estimativas do potencial de carbono, os autores ajustaram modelo matemático para gerar estimativas utilizando dados de biomassa determinados diretamente no campo (parâmetro). Ao gerar as estimativas e compará-las com os dados de campo, foi verificado que as mesmas subestimavam em 12,88% a quantidade de biomassa real. Os autores também chamam a atenção quando da realização de inventários de biomassa e a utilização de equações impróprias. Utilizando a equação ($Y = \exp[-3,1141 + 0,9719 \cdot \text{LN}(\text{DAP}^2 \cdot H_{\text{TOT}})]$), desenvolvida por Brown, Gillespie & Lugo (1989) foi verificado uma superestimativa de 27,06% para a biomassa real. Concluem dizendo que os diferentes tipos florestais produzem diferentes quantidades de biomassa e, por esta razão, um cuidado deve ser tomado no uso de equações obtidas para tipos florestais e condições diferentes daqueles em que se deseja estimar a biomassa.

O termo biomassa florestal, conforme Sanquetta (2002), pode significar toda a biomassa existente na floresta ou apenas a fração arbórea da mesma, podendo-se também utilizar o termo fitomassa florestal ou fitomassa arbórea. Ao reportar-se sobre os diferentes métodos de determinação, o autor comenta sobre os métodos diretos, onde os procedimentos de campo utilizados nas determinações de biomassa de florestas podem variar amplamente, segundo os objetivos e as restrições técnicas e orçamentárias atinentes ao trabalho. Segundo o autor, os métodos indiretos não podem ser utilizados sem o ajuste e a calibragem prévia das equações, devendo ser empregados conjuntamente com os métodos diretos.

Watzlawick et al. (2002b) complementam as afirmações de Sanquetta (2002), quando da quantificação de biomassa em ecossistemas florestais. Para os autores, na utilização de diferentes metodologias deve-se compatibilizar o uso de métodos destrutivos e não destrutivos (utilização de equações alométricas e a utilização de técnicas de sensoriamento remoto). Também deve-se levar em consideração diferentes tipos florestais bem como diferentes estágios de regeneração, devendo-se atentar para que as estimativas sejam realizadas em todos os estágios, diferentes partes componentes de uma árvore e diferentes compartimentos do ecossistema florestal. Deve-se, assim, buscar metodologias adequadas para que todos os componentes sejam quantificados e incorporados nas estimativas do balanço geral de biomassa e de carbono fixado.

Estimativas de biomassa e carbono por sensoriamento remoto

Em trabalho realizado por Jordan (1969) em Porto Rico, foi desenvolvido um dos primeiros índices para obtenção de valores de fitomassa em Floresta Tropical Úmida a partir de dados provenientes de imagens de satélite. O índice foi denominado de Razão Simples, sendo este a razão entre a banda do infravermelho e a do vermelho. O autor desenvolveu este método principalmente para medir o índice de área foliar e constatou que o procedimento para sua utilização era bastante fácil e ágil. Também constatou que o mesmo aplicava-se à mensuração da biomassa, porém não apresentando valores quantitativos.

Um dos primeiros trabalhos utilizando imagens de satélite realizados no Brasil foi feito por Santos (1988), o qual realizou estudo da biomassa acima do solo da vegetação de Cerrado, estimando e correlacionando com dados do sensor “Thematic Mapper” do satélite LANDSAT, no qual o objetivo principal foi avaliar a relação entre a biomassa foliar do Cerrado (*stricto sensu*) e os índices de vegetação (razão simples, razão normalizada e transformada). A abordagem metodológica compreendeu: características da estrutura e valores de biomassa (método destrutivo), determinação dos parâmetros espectrais e sua contribuição nas bandas no relacionamento dos índices com a biomassa foliar. Os resultados evidenciaram que a banda três apresenta melhor correlação com a biomassa foliar quando comparada com as outras bandas, sendo que os modelos linear e exponencial não diferiram significativamente quanto ao ajuste. O autor ressaltou a importância das técnicas de sensoriamento remoto, principalmente com os índices de vegetação na estimativa de biomassa dos cerrados, principalmente no monitoramento contínuo desta cobertura.

Concordando com Jordan (1969), Saber et al. (1989), ao realizarem trabalho de determinação de biomassa na Floresta Tropical em diferentes estágios sucessionais relacionando os dados de campo com dados de reflectância do satélite LANDSAT TM, comentam haver uma alta relação linear entre os valores de biomassa foliar e lenhosa com dados espectrais coletados por sensores remotos, consistindo os dados espectrais em bons elementos para realizar estimativas de biomassa total.

Zerbini, Angelo & Santos (1995) utilizaram dados provenientes do sensor LANDSAT-TM 5 nas bandas espectrais TM3 (0,63 a 0,69 μm), TM4 (0,76 a 0,90 μm) e TM5 (1,55 a 1,75 μm), e dados do sensor HRV-SPOT 1 nas bandas HRV1(0,50 a 0,59 μm), HRV2(0,61 a 0,68 μm) e HRV3 (0,79 a 0,89 μm). O trabalho teve por objetivo estimar as relações entre os variáveis de fitomassa, dados espectrais, dendrométricos e altimétricos em Floresta Amazônica.

Com os resultados encontrados os autores concluem ser possível quantificar a fitomassa de florestas tropicais em função de variáveis espectrais.

Para Brown (1996), o sensoriamento remoto é uma ferramenta tecnológica importante nos estudos de monitoramento de carbono fixado, sendo que a utilização desta tecnologia depende de muitos fatores, tais como: o tipo e tamanho do projeto, recursos financeiros disponíveis e nível de precisão das informações.

Riley et al. (1997) relatam a importância de ter-se estimativas fidedignas das relações do incremento de carbono em um determinado ecossistema terrestre e a atmosfera, devido às mudanças ocorrentes com relação ao uso da terra. Uma ferramenta importante para gerar estas estimativas e as mudanças ocorridas são os estudos multitemporais utilizando imagens provenientes de sensores remotos.

Para Souza & Ponzoni (1998), as técnicas de sensoriamento remoto têm sido amplamente utilizadas em aplicações e estudos na área florestal, destacando-se trabalhos que visam quantificar a biomassa florestal. A utilização de imagens de satélite constitui-se num método indireto e não destrutivo, podendo-se estimar parâmetros biofísicos (biomassa, carbono, volume de madeira), pelas propriedades espectrais da vegetação que a constitui (folhas, galhos, troncos, dentre outros). Apesar da viabilização das imagens, sua utilização quanto à quantificação de biomassa florestal ainda é pouco conhecida, principalmente em florestas heterogêneas, devido as mesmas terem uma grande diversidade florística, fisionômica e fenológica, bem como a disponibilidade de levantamentos de dados em campo coincidirem com a mesma data da tomada da imagem. As florestas implantadas possuem algumas vantagens para trabalhar com sensoriamento remoto, em função das mesmas serem na maioria das vezes de apenas um gênero, e serem inventariadas periodicamente.

Souza & Ponzoni (1998), afirmam ainda que a extração de informações dendrométricas, tais como altura, volume, área basal, diâmetro à altura do peito e a idade, caracterizam os plantios florestais quanto ao grau de desenvolvimento. A análise destas relações em ambiente de floresta heterogênea é bastante dificultada, devido a grande diversidade florística e a pouca disponibilidade de dados quantitativos de biomassa coletados em nível de campo, bem como aqueles de sensoriamento remoto, em decorrência de problemas das mais variadas ordens, que incluem cobertura de nuvens, periodicidade das imagens coincidente com os levantamentos de dados em campo e custos de aquisição de imagens.

Lacruz et al. (2001), desenvolveram trabalho utilizando imagem do satélite LANDSAT-TM e dados de campo, visando a modelagem das atividades biogeoquímicas. Os mesmos, referem-se a bacia amazônica ser importante para diversos ciclos biogeoquímicos do planeta, tais como: os ciclos de carbono, de nitrogênio e o ciclo hidrológico. A modelagem destes ciclos é feita a partir de medições em áreas limitadas e muito dispersas, que junto com dados de sensoriamento remoto permitem estimar parâmetros para a região como um todo. Os autores referenciados ressaltam que a partir da utilização das imagens e da classificação foi possível diferenciar áreas amostrais com características específicas, as quais podem implicar em diferenças quanto a biomassa, composição florística, presença de uma determinada espécie, variabilidade na percentagem de carbono e nitrogênio das folhas ou composição dos solos.

Para Watzlawick et al. (2002a) as imagens de satélite podem ser importantes para realizar estimativas de biomassa e carbono, tanto para o cálculo de áreas, bem como com os atuais avanços tecnológicos no que se refere ao tratamento digital das imagens de satélite, permitindo a caracterização das diferentes estruturas florestais, associando o conteúdo de biomassa e carbono a essas imagens. Isto consiste num método indireto e não destrutivo, podendo-se estimar parâmetros biofísicos pelas propriedades espectrais da vegetação, conciliando-se inventários de campo com dados espectrais das imagens. Relatam ainda que a conciliação de trabalhos realizados no campo (inventário) e dados de imagem devem ser incorporados em ambientes SIG (Sistema de Informação Geográfica), obtendo-se assim um melhor aprimoramento, visualização e maior agilização nos processos de consultas as informações, permitindo também associar estas informações a um banco de dados relacional.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se entre as coordenadas geográficas 26° 20' 35'' e 26° 26' 13'' Lat. Sul, e 51° 19' 49'' e 51° 25' 29'' Long. Oeste, no município de General Carneiro – PR. A propriedade pertence às Indústrias Pedro N. Pizzato Ltda. Possui uma área total de 4.210,75 ha, sendo que destes 566,18 ha são plantios de *Pinus taeda* L..

O clima da região, conforme classificação de Köppen é caracterizado como Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb), tendo os verões frescos e os invernos com a ocorrência de severas geadas, não possui estações secas. As médias das temperaturas dos meses mais quentes é inferior a 22°C e a dos meses mais frios superior a 18°C (Paraná, 1987). Conforme Boletim De Pesquisa (1984) o substrato geológico da região é formado pelo derrame de Trapp da formação da Serra Geral. Os solos são orgânicos e hidromórficos, com o predomínio de Neossolos Litólicos, Cambissolos e Argissolos (Paraná, 1987). As características topográficas dividem-se em plano, ondulada e montanhosa, sendo a última de maior predominância (EMBRAPA, 1999).

A vegetação natural refere-se a Floresta Ombrófila Mista ou floresta com araucária (IBGE, 1992), a qual cobria originalmente cerca de 200.000 km² em todo o Brasil, ocorrendo no Paraná (40% de sua superfície), Santa Catarina (31%) e Rio Grande do Sul (25%) e em manchas esparsas no sul do estado de São Paulo (3%), adentrando até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%) (Carvalho, 1994).

Nos povoamentos de *Pinus taeda* da Tabela 1 não foram realizadas desramas, porém nos mesmos foram realizados desbastes. Os povoamentos com 32, 23 e 22 anos foram realizados quatro desbastes, sendo que o último foi realizado em 2000, 2002 e 2001 respectivamente. Já os povoamentos com 21, 19 e 16 anos tiveram três desbastes, sendo que o último foi realizado em 2000, 2000 e 1998 respectivamente. O povoamento com 14 anos teve somente um desbaste realizado em 1998.

TABELA 1 – Informações dendrometrias dos plantios de *Pinus taeda* L.

Idade (anos)	Nº Árvores/ha	Área Basal (m ² /ha)	Volume do Fuste (m ³ /ha)	Biomassa Arbórea (Mg ha ⁻¹)	Carbono Orgânico Arbóreo (Mg ha ⁻¹)
14	898	40,28	402,48	148,21	61,94
16	812	27,81	294,96	108,94	45,84
19	100	17,61	214,96	90,58	38,01
21	440	49,90	651,10	273,34	114,49
22	398	47,92	565,09	232,38	97,09
23	200	47,40	589,30	257,41	107,42
32	100	27,60	340,47	153,57	64,21
\bar{x}	421	36,93	436,91	180,63	75,57
S	325	12,61	166,05	73,26	30,56
IC*	421 ± 455	36,93 ± 17,67	436,91 ± 232,66	180,63 ± 102,65	75,57 ± 42,82

Fonte: Watzlawick, Curitiba-PR, 2003.

* Intervalo de confiança ao nível de 99% de probabilidade.

METODOLOGIA

Antes da realização dos trabalhos utilizando a imagem, foi realizada a quantificação da biomassa arbórea e o carbono orgânico arbóreo utilizando-se o método destrutivo. A quantificação utilizando o método destrutivo foi realizada por Watzlawick (2003), com a instalação de 1 (uma) unidade amostral com as dimensões de 8 x 8 m, em cada povoamento com diferente idade. Nestas unidades amostrais todas as árvores foram abatidas, medidos os parâmetros dendrométricos, pesada a sua biomassa e amostrada. O material amostrado foi analisado no Laboratório de Ecologia Florestal – UFSM. No laboratório, estes foram secos em estufa de renovação e circulação de ar a uma temperatura constante de 75°C até atingir o peso constante, para posterior determinação de peso seco e preparação para análise química do teor de carbono orgânico. Os resultados obtidos por Watzlawick (2003) para biomassa arbórea e carbono orgânico arbóreo e que foram utilizados para o desenvolvimento deste trabalho, encontra-se na Tabela 1.

Processamento da imagem de satélite

As imagens geradas pelo satélite IKONOS II são consideradas imagens de alta resolução. O satélite, coleta imagens pancromáticas (preto e branco) com resolução espacial de 1 metro e imagens multiespectrais (coloridas) com resolução de 4 metros. Foi utilizada imagem adquirida em 10 de dezembro de 2000 (13:22 horas) nas bandas MS-1 (Blue), MS-2 (Green), MS-3 (Red) e MS-4 (VNIR).

Foram coletados no campo 15 (quinze) pontos de apoio com GPS Leica - topográfico SR-510, com precisão de aproximadamente 50 cm para realizar a correção geométrica da imagem. A correção propriamente dita foi realizada utilizando-se 11 pontos de apoio e o método do vizinho mais próximo, com polinômio de transformação de 1º grau, nas bandas MS-1, MS-2, MS-3 e MS-4. Utilizou-se esse método em função deste melhor preservar o valor original do DN (número digital), devido não envolver médias no processo. Os quatro pontos de apoio restantes foram utilizados para efeito de verificação da correção da imagem.

Para a correção atmosférica nas imagens utilizou-se de metodologia idealizada por Chavez (1988;1989) referenciado Chuvieco (1990), denominada de correção do histograma por seus valores mínimos (Histogram Minimum Method, HMM). A metodologia assume que as áreas (alvos) com forte absorvidade (água, sombras), deveriam apresentar uma radiância espectral muito próxima de 0 (zero), mas na prática o histograma dos DN's da imagem sempre apresentam um valor mínimo superior a zero, atribuiu-se este valor ao efeito da dispersão da atmosfera. Foi estabelecido como banda de referência a azul (MS-1) devido a mesma ser a mais afetada pela dispersão, possuindo valor mínimo. Calculou-se um fator de correção atmosférica para as demais bandas.

Na conversão dos valores de radiância para valores de reflectância, considera-se parâmetros relacionados ao momento da aquisição da imagem. A equação utilizada para realizar as conversões foi obtida em comunicações pessoais com Rodrigues (2001), a qual encontra-se abaixo:

$$R = \frac{PI \times L \times r^2}{E \times \cos\theta}$$

Onde:

R = reflectância, adimensional;

$PI = 3,14159265$;

L = radiância, em $\text{mW/cm}^2 \times \text{sr}^{-1}$;

r = distância normalizada terra-sol, em unidades astronômicas;

θ = ângulo zenital solar no centro da imagem, em graus,

E = constante solar, em mW/cm^2 .

Os índices de vegetação são amplamente utilizados como indicadores da presença e condição da vegetação, geralmente baseados em combinações lineares, razões ou transformações de valores espectrais. A principal função de realçar a contribuição espectral da vegetação, enquanto minimiza a contribuição espectral do solo, ângulo solar, vegetação senescente e da atmosfera. No presente estudo foram utilizados três índices de vegetação, o índice da "Razão Simples" definido por Pearson e Miller (1972); o NDVI "Normalized Difference Vegetation Index", Índice de Vegetação por Diferença Normalizada proposto por Rouse et al. (1973); e o Índice de Vegetação Ajustado para o Solo, SAVI "Soil Adjusted Vegetation Index" criado por Huete (1988).

Digitalização dos temas

Com a finalidade de separar as diferentes tipologias, ou seja: plantios florestais de *Pinus taeda* e a Floresta Ombrófila Mista Montana, para que fosse possível a aplicação das equações selecionadas na tipologia em estudo, e possibilitar a espacialização de biomassa e carbono, realizou-se uma interpretação visual na composição colorida (R, G, B) utilizando as bandas MS-1, MS-2 e MS-3 do satélite IKONOS II. A interpretação foi realizada diretamente na tela do monitor, sendo que cada polígono pertencente aos povoamentos de *Pinus taeda*, também foi digitalizado o polígono da área pertencente a fazenda. Foram utilizados como critérios de interpretação: textura, cor, forma, bem como informações de campo e auxílio dos mapas realizados pela empresa AEROSAT (2000).

Obtenção dos valores de reflectância nas imagens

Em cada uma das sete (07) unidades amostrais realizadas, foi obtida coordenada do centro da mesma com o auxílio do GPS topográfico SR-510. Utilizando as coordenadas das unidades amostrais, procedeu-se à realização de corte na imagem em função do tamanho da unidade amostral (8 x 8 m). Destas imagens foram retirados os valores médios de reflectância dos 4 pixels para os plantios de *Pinus taeda*, os quais foram utilizados para estabelecer a relação entre os dados provenientes de biomassa e carbono com os da imagem. O procedimento descrito foi realizado para as imagens nas bandas MS-1, MS-2, MS-3 e MS-4, bem como para os Índices Razão, NDVI e SAVI.

Tratamento estatístico dos dados

O tratamento estatístico dos dados foi realizado inicialmente com a análise da correlação entre as variáveis consideradas, sendo as variáveis biométricas a biomassa arbórea e carbono orgânico arbóreo, as variáveis digitais as reflectâncias nas bandas: MS-1, MS-2, MS-3 e MS-4, e reflectâncias das imagens geradas pelos índices: Razão, NDVI e SAVI. Para determinar quais os dados (variáveis) provenientes das imagens de sensoriamento remoto quer melhor estimam a biomassa arbórea e o carbono orgânico arbóreo fixado, utilizou-se análise de regressão. Os dados de biomassa arbórea e o carbono orgânico arbóreo foram considerados variáveis dependentes e os valores provenientes das imagens de sensoriamento remoto, considerados variáveis independentes. Para a análise envolvendo todos dados provenientes das imagens que melhor estimem os valores das variáveis dependentes, utilizou-se o procedimento de análise de regressão múltipla, empregando-se para tanto o modelo de regressão *Stepwise*. Em todas as análises de regressão realizadas, visando julgar qual a melhor equação que estima adequadamente as variáveis em campo, foram realizadas análises do coeficiente de determinação ajustado, erro padrão da estimativa e distribuição de resíduos.

Quantificação dos resultados

As equações ajustadas e selecionadas com seus respectivos coeficientes foram aplicadas as variáveis selecionadas (imagens ou imagens índice), obtendo-se como resultados as quantidades de biomassa e carbono orgânico. Procedeu-se também a realização de intervalos de classe fixos tanto para a biomassa como para o carbono, levando em consideração a quantificação obtida diretamente no campo (método destrutivo).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados realizados pela correção geométrica utilizando o método do vizinho mais próximo, com polinômio de transformação de 1º grau (Transformação Afim no Plano), com 11 pontos de controle os quais geraram um RMS (erro médio quadrático) de 0,99 m. Ao utilizar os 4 pontos para verificar a correção da imagem, todos os pontos apresentaram erros inferiores a 1 pixel (4 metros). Com os resultados obtidos tanto na correção geométrica como na verificação da mesma podem ser considerados como satisfatórios para a realização do trabalho.

Na análise estatística inicialmente foi avaliado os resultados provenientes da matriz de correlação que visou determinar o grau de associação entre variáveis. A matriz de correlação, relaciona como variáveis dependentes a biomassa arbórea (BIO) e o carbono orgânico arbóreo (CARB) e como variáveis independentes as respostas espectrais das diferentes bandas e índices de vegetação das imagens provenientes do satélite, tais como: MS-1 (banda azul); MS-2 (banda verde); MS-3 (banda vermelha); MS-4 (banda infravermelha); RAZÃO (razão entre a banda MS-4/MS-3); NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada) e SAVI (índice de vegetação ajustado para o solo).

Conforme se pode verificar na Tabela 2, na análise da matriz de correlação, as variáveis dependentes apresentam as maiores correlações negativas com as variáveis espectrais MS-4, RAZÃO de bandas, NDVI e SAVI. A variável espectral MS-3 apresentou um grau de correlação médio tanto para a biomassa como para o carbono, já as variáveis MS-1 e MS-2 apresentaram baixas correlações.

TABELA 2 - Matriz de correlação entre variáveis dendrométricas e variáveis digitais em plantios de *Pinus taeda* L.

	BIO	CARB	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	RAZÃO	NDVI
MS-1	- 0,39	- 0,40						
MS-2	- 0,36	- 0,36	0,13					
MS-3	- 0,56	- 0,55	0,20	- 0,10				
MS-4	- 0,72	- 0,72	0,35	0,02	0,11			
RAZÃO	- 0,75	- 0,74	- 0,01	- 0,09	0,23	0,75		
NDVI	- 0,80	- 0,79	- 0,08	- 0,13	0,46	0,64	0,95	
SAVI	- 0,70	- 0,70	0,60	- 0,04	0,59	0,54	0,46	0,64

Os resultados obtidos para a variável biomassa arbórea (BIO) são semelhantes aos encontrados para o carbono orgânico arbóreo (CARB), o que era de se esperar devido as duas variáveis apresentarem uma alta relação, isto ocorre devido ao uso de um fator para o cálculo de carbono.

Os índices de vegetação testados (RAZÃO, NDVI e SAVI) apresentaram alta correlação a qual é justificada em função de sua composição utilizar-se às bandas espectrais na região do espectro eletromagnético referente ao vermelho (MS-3) e a região do infravermelho (MS-4), sendo respectivamente uma região de forte absorção e de máxima reflectância. É importante ressaltar que a região espectral referente ao verde (MS-2) também é uma região de reflectância, porém baixa.

A maior correlação é verificada com relação à variável NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), possuindo valores de correlação de - 0,80 com relação à variável biomassa arbórea, já a variável correspondente ao carbono orgânico arbóreo apresenta uma de correlação, de - 0,79.

Nas Tabelas 3 e 4, pode-se verificar as equações ajustadas para estimativas de biomassa arbórea e o carbono orgânico arbóreo respectivamente. Comparando-se os resultados referentes aos ajustes, percebe-se que os modelos que utilizam o método de seleção de variáveis *stepwise* (equações nº1) apresentaram melhores ajustes para os dados, tanto de biomassa como de carbono, pois ambos apresentavam os maiores coeficientes de determinação, sendo para biomassa arbórea 0,84 e para o carbono orgânico arbóreo 0,83.

TABELA 3 – Modelos de regressão testados e ajustados para estimar a variável biomassa arbórea ($BIO = \beta_0 + \beta_1(MS-1) + \beta_2(MS-2) + \beta_3(MS-3) + \beta_4(MS-4) + \beta_5(RAZÃO) + \beta_6(NDVI) + \beta_7(SAVI)$)

Nº	Modelo de Regressão	F	R ² _{Aj.}	Syx	Syx (%)
1	6019,0623 - 5098,2223.(NDVI) - 68717,7106.(MS-2) - 10038,4001.(MS-1)	11,33*	0,84	62,88	20,39
2	1682,8240 - 42936,7978.(MS-3)	2,23	0,17	142,20	46,12
3	1242,5307 - 4073,1066.(MS-4)	5,33	0,41	119,02	38,61
4	1318,6082 - 135,0027.(RAZÃO)	6,35	0,47	113,46	36,80
5	3145,9248 - 3929,1306.(NDVI)	8,64*	0,56	104,51	33,90
6	1479,3092 - 3233,3642.(SAVI)	4,81	0,39	122,09	39,60

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4 – Modelos de regressão testados e ajustados para estimar a variável carbono orgânico arbóreo ($CARB = \beta_0 + \beta_1(MS-1) + \beta_2(MS-2) + \beta_3(MS-3) + \beta_4(MS-4) + \beta_5(RAZÃO) + \beta_6(NDVI) + \beta_7(SAVI)$)

Nº	Modelo de Regressão	F	R ² _{Aj.}	Syx	Syx (%)
1	2515,0973 - 1894,4799.(NDVI) - 28855,8915.(MS-2) -14271,6196.(MS-1)	10,79*	0,83	26,84	20,92
2	698,8845 - 17823,8816.(MS-3)	2,19	0,16	59,52	46,39
3	519,9049 - 1707,3679.(MS-4)	5,41	0,42	49,49	38,57
4	547,0322 - 55,9541.(RAZÃO)	6,15	0,46	47,82	37,27
5	1301,6633 - 1624,7121.(NDVI)	8,21*	0,54	43,94	34,25
6	613,8228 - 1340,6330.(SAVI)	4,68	0,38	51,32	40,01

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Ao utilizar o erro padrão da estimativa como critério para a seleção, sendo escolhida aquela equação que apresentar o menor valor, desta forma pode-se dizer que novamente o método *stepwise* apresentou os melhores resultados, tanto para biomassa arbórea (20,39%) como para o carbono orgânico arbóreo (20,92%). Verifica-se também que os valores de F calculados para o método *stepwise* apresentam significância ao nível de 5% de probabilidade.

Os ajustes utilizando-se todas as variáveis independentes (7) não foram possíveis de serem realizados em função do número de variáveis independentes ser igual ao número de observações (7). Também não foram possíveis os ajustes de modelos utilizando-se as variáveis MS-1 e MS-2.

Avaliando os resultados das regressões selecionadas (método *stepwise*), pode-se constatar pela distribuição dos resíduos padronizados entre os valores medidos da variável dependente e os valores estimados, a ocorrência de pontos isolados, conforme se observa nas Figuras 1 e 2. Justifica-se a presença destes pontos devido ao número reduzido de pares de dados utilizados para gerar o ajuste, e dentre estes existir valores discrepantes, necessitando um maior número de informações para gerar um melhor ajuste.

FIGURA 1 - Distribuição dos resíduos do modelo de regressão selecionado para estimar a biomassa arbórea.

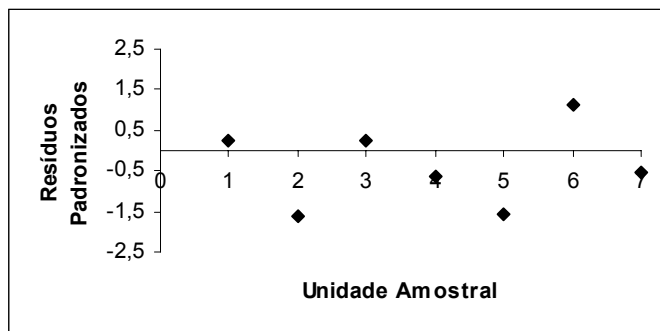
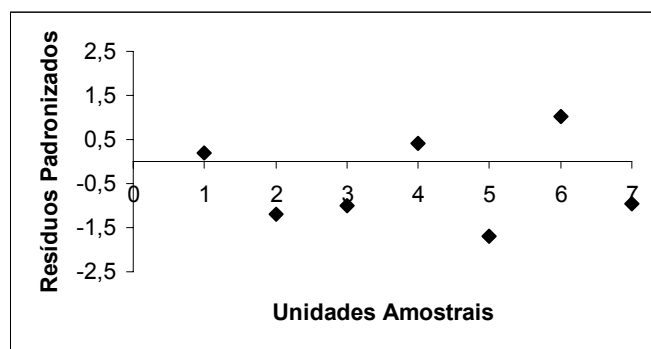


FIGURA 2 - Distribuição dos resíduos do modelo de regressão selecionado para estimar o carbono arbóreo.



Quantificação da biomassa e o acúmulo de carbono orgânico arbóreo

Utilizando as equações ajustadas e selecionadas foram geradas novas imagens, onde cada pixel passou a representar a quantidade estimada da variável biomassa arbórea ou carbono orgânico arbóreo. Para obtenção dos valores reais foi realizada a classificação dos povoamentos da área de estudo, nas mesmas classes de produção ($Mg\ ha^{-1}$), levando-se em consideração informações fornecida pela empresa, tais como: idade, densidade, espécie e condições de

manejo, bem como mapas confeccionados pela empresa AEROSAT (2000), nos quais constam as informações de área e idade em cada povoamento.

As estimativas foram obtidas após a aplicação dos modelos selecionados, classificados dentro de cada intervalo de classe considerada, realizando-se a quantificação em área, conforme consta na Tabela 5.

TABELA 5 – Biomassa e carbono orgânico arbórea real e estimada em hectare (ha).

Classe (Mg ha ⁻¹)	Biomassa		Classe (Mg ha ⁻¹)	Carbono	
	Real (ha)	Estimada (ha)		Real (ha)	Estimada (ha)
50 – 220	218,02	220,39	50 – 220	218,02	214,11
220 – 390	348,16	318,89	220 – 390	348,16	352,83
> 390	0,00	11,06	> 390	0,00	6,59
TOTAL	566,18	550,34	TOTAL	566,18	573,53

Pode-se observar na Tabela 5 que as diferenças totais quanto a área real e estimada com a utilização dos modelos, tanto na biomassa como no carbono orgânico, foram pequenas, sendo que para biomassa ocorreu uma subestimativa de 2,79%, e para o carbono orgânico uma superestimativa de 1,29%. Os erros tanto de subestimativa como de superestimativa podem decorrer em função dos mapas utilizados terem sido confeccionados em 2000, utilizando-se fotografias aéreas do ano de 1992, podendo ter ocorrido erros de interpretação na etapa de mapeamento. Os erros, também podem ser decorrentes do processo de digitalização (interpretação visual) realizada no presente trabalho.

Nas diferenças dentro dos intervalos de classe ressalta-se que a segunda classe apresentou uma subestimativa de 8,41%, resultantes dos espaços entreabertos entre as copas das árvores, decorrentes dos desbastes realizados, permitindo que o solo e a vegetação arbustiva interajam conjuntamente com as árvores de *Pinus taeda*.

Nos plantios, em função de existirem árvores remanescentes de espécies diferentes daquela plantada, tais como: *Ocotea porosa*, *Araucaria angustifolia* e *Nectandra* sp. Optou-se por ter uma classe fora dos limites que foram encontrados, com finalidade de verificar se os modelos utilizados poderiam detectar esta variação, estas áreas com estas espécies não estariam sendo contabilizadas, podendo-se excluir as mesmas, bem como possíveis áreas com floresta natural que tenham sido digitalizadas conjuntamente com as áreas dos povoamentos. Pelos resultados encontrados na 3ª classe verifica-se que com a realização do procedimento obteve-se bons resultados.

CONCLUSÕES

A análise estatística mostrou existir uma alta relação entre as variáveis, biomassa arbórea e carbono arbóreo, as quais apresentam uma média correlação com as variáveis digitais. As variáveis que apresentaram melhores correlações foram o MS-4, RAZÃO, NDVI e SAVI. Com base nos resultados obtidos nos ajustes das equações selecionadas, podem ser considerados bons em função da quantidade pares de dados utilizados.

As estimativas das variáveis consideradas utilizando dados provenientes das imagens do satélite IKONOS II, mostraram que os valores obtidos das mesmas propiciam realizar a quantificação de biomassa arbórea e carbono arbóreo.

O presente desenvolvimento metodológico reforça ainda mais a utilização das técnicas de sensoriamento remoto em levantamentos florestais, considerando-se principalmente que o estudo foi realizado com imagens provenientes de um sensor de alta resolução. A utilização desta metodologia vem de encontro a contribuir e subsidiar possíveis ações ligadas a quantificação e ao monitoramento de áreas com potencialidades de projetos de seqüestro de carbono, proporcionando a tomada de decisões e negociações com bases científicas.

É importante salientar que os resultados deste estudo são válidos somente para o caso de plantios de *Pinus taeda* L., nas condições aqui estudadas e consideradas, pois os resultados podem variar para outros tipos de vegetação e para outros métodos de determinação das variáveis (biomassa e carbono orgânico).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLETIM DE PESQUISA, Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina: n. 27, t. 1 e 2, 1984.
- BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, v. 35, p. 881-902, 1989.
- BROWN, K. **The utility of remote sensing technology in monitoring carbon sequestration agroforestry projects**. Winrock International Institute for Agricultural Development, 1996. 22p. (Working Paper 7/1997).
- BRIGADÃO, C. **Dicionário de ecologia**. Rio de Janeiro: Toop Books Editora e Distribuidora Ltda, 1992. 344p.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-CNPq; EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.

CHUVIECO, E. Fundamentos de teledetección espacial. **Madrid: Ediciones Rialp, 1990. 453p.**

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FEARNSIDE, P. M. Biomassa das florestas amazônicas brasileiras. In: EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994. **Anais...** Rio de Janeiro, 1994. p.95–124.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JUNIOR, J. A. de. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994. **Anais...** Rio de Janeiro, 1994. p. 125–153.

HOUGHTON, R. A. As florestas e o ciclo de carbono global: armazenamento e emissões atuais. In: EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994. **Anais...** Rio de Janeiro, 1994. p. 38–76.

HUETE, A.R. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 25, n. 3, p. 295-309, 1988.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p.

JORDAN, C.F. Derivation of leaf-area index from quality of light on the forest floor. **Ecology**, Durham, v. 50, n. 4, p. 663-669, 1969.

KOEHLER, H.S.; WATZLAWICK, L.F.; KIRCHNER, F.F. Fontes e níveis de erros nas estimativas do potencial de fixação de carbono. In: SANQUETTA, C.R. et al. (Ed.) **As florestas e o carbono**. Curitiba, 2002. p. 251-264.

LACRUZ, M.S.P. et al. Utilização do sensoriamento remoto e dados de campo para a modelagem das atividades biogeoquímicas na Floresta Nacional de Tapajós. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10. 2001. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2001. 1 CD-ROM.

MARTINELLI, L.A. et al. Incertezas associadas às estimativas de biomassa em florestas tropicais. In: EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1994, p. 197–221.

PARANÁ. Secretária de Estado de Agricultura e Abastecimento, Instituto de Terras, Cartografia e Florestas. **Atlas do Estado do Paraná**, Curitiba, 1987. 73p.

PEARSON, P.L.; MILLER, L.D. Remote sensing of standing crop biomass for estimating of the productivity of the shortgrass prairie. In: International Symposium on remote sensing of environment, 8. 1972. **Proceedings...** Ann Arbor: ERIM, 1972. p. 1357-1381.

RILEY, R.H.; PHILLIPS, D.L.; SCHUFT, M.J.; GARCIA, M.C. Resolution and erros in mensuring land-cover change: effects on estimating net carbon release from Mexican terrestrial ecosystems. **Remote Sensing**, Bethesda, v. 18, n. 1, p. 121-137, 1997.

RODRIGUES, R. **Re: radiância**. [mensagem de trabalho]. Mensagem recebida por: <lucianofarinha@uol.com.br> em: 01 jul 2001.

SABER, S.A.; WAIDE, R.B.; LAWRENCE, W.T.; JOYCE, A.T. Tropical Forest biomass and sucessional age class relationships to a vegetation index derived from LANDSAT TM data. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 28, n. 2, p.143-156, 1989.

SANTOS, J.R. **Biomassa aérea da vegetação de cerrado: estimativa e correlação com dados do sensor “Thematic Mapper” do satélite LANDSAT**. Curitiba, 1988. 156f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SANQUETTA, C.R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C.R. et al. (Ed.) **As florestas e o carbono**. Curitiba, 2002. p.119-140.

SALATI, E. Emissão X seqüestro de CO₂ – uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. In: EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1994 p.13–37.

SOUZA, C.L.; PONZONI, F.J. Avaliação de índices de vegetação e de bandas TM/LANDSAT para estimativa de volume de madeira em floresta implantada de *Pinus* spp. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998. **Anais...** Santos:INPE, 1998. 1 CD-ROM.

WATZLAWICK, L.F.; et al. O papel do sensoriamento remoto nos estudos de carbono. In: SANQUETTA, C.R. et al. (Eds.) **As florestas e o carbono**. Curitiba, 2002a. p.215-235.

WATZLAWICK, L.F.; et al. Fixação de carbono em floresta ombrófila mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETTA, C.R. et al. (Ed.) **As florestas e o carbono**. Curitiba, 2002b. p.153-173.

WATZLAWICK, L.F. **Estimativa de biomassa e carbono em floresta ombrófila mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite IKONOS II**. Curitiba: UFPR, 2003. 120f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

WATZLAWICK, L.F.; KIRCHNER, F.F. Estimativa de biomassa e carbono utilizando imagens de satélite de alta resolução. In: SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M.A.B. (Eds.) **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba, 2004. p.133-152.

WENDLING, J.L.G. **Modelos matemáticos de crescimento e produção em biomassa para árvores de *Euterpe edulis* MART. Plantadas a céu aberto**. Curitiba, 1998. 168f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

ZERBINI, N.J.; ANGELO, H.; SANTOS J.R. Relações entre parâmetros de fitomassa, dendrométricos, espectrais e altimétricos na Amazônia Brasileira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 171-186, 1995.

PREPARO DE SOLO NO CRESCIMENTO DE UM POVOAMENTO DE *Eucalyptus grandis*
HILL EX. MAIDEN

SOIL TILLAGE IN GROWTH OF *Eucalyptus grandis* HILL EX. MAIDEN STAND

Robson Schaff Corrêa¹ Mauro Valdir Schumacher² Juarez Martins Hoppe³ Rodrigo Thomas⁴
Tiago Antônio Fick⁴ Veridiana Padoin⁴

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é avaliar a influência do tipo de preparo de solo no crescimento de plantas de *Eucalyptus grandis*, aos 49 meses de idade. A implantação do povoamento ocorreu no município de Cachoeira do Sul – RS, em área de campo nativo (Argissolo Vermelho Distrófico latossólico) em Dezembro de 1999. O delineamento estatístico utilizado na implantação foi o blocos ao acaso, composto por 6 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram os seguintes: T1 = espelho com enxada (60 cm de diâmetro), T2 = gradagem na linha de plantio, T3 = subsolagem na linha de plantio (1 haste), T4 = subsolagem na linha de plantio (3 hastes), T5 = subsolagem na linha de plantio (1 haste + gradagem) e T6 = subsolagem na linha de plantio (3 hastes + gradagem). A operação de subsolagem ocorreu a 45 cm de profundidade. As plantas obtiveram maior crescimento no tratamento gradagem na linha de plantio.

Palavras-chave: Preparo de solo, subsolagem e *Eucalyptus grandis*.

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the influence of the type of soil occurred in the growth of 49 months *Eucalyptus grandis* plants. The implantation of the settlement occurred in Cachoeira do Sul - RS, in area of native field (Clay soil) in December 1999. The statistical design used in the implantation was the blocks at random, composed by 6 treatments and 3 repetitions. The treatments were the following: T1: 1 mirror with hoe (60 cm of diameter), T2: harrowing in the plantation line, T3: subsoiling in the plantation line (1 road), T4: subsoiling in the plantation line (3 roads), T5: subsoiling in the plantation line (1 road + harrowing) and T6: subsoiling in the plantation line (3 roads + harrowing). The subsoiling operation occurred to 45 cm of depth. The plants obtained larger growth with the harrowing treatment in the plantation line.

Key words: Soil tillage, sub soiling and *Eucalyptus grandis*.

INTRODUÇÃO

Vários fatores são decisivos para o sucesso na implantação de um povoamento florestal, como a espécie utilizada, a qualidade das mudas, a adubação, os tratos silviculturais e também o tipo de preparo do solo empregado.

O preparo do solo compreende um conjunto de práticas que, quando usadas racionalmente, podem manter ou elevar os índices de produtividade florestal, reduzir a erosão e também a relação custo/benefício dos recursos disponíveis, como a mão-de-obra, máquinas e implementos, combustíveis e insumos. Inadequadamente usadas, as técnicas de preparo podem degradar física, química e biologicamente o solo em poucos anos de uso, reduzindo seu potencial produtivo.

A técnica de preparar o solo deve ser realizada de modo a propiciar um bom estabelecimento das florestas, de modo a assegurar que as mudas possam expressar todo o seu potencial produtivo.

De acordo com Silva et al. (1992) citado por Silva (1994), o preparo de solo para a implantação de uma floresta é diferente do preparo para a agricultura, pois a floresta permanece cobrindo e ocupando a área por um maior período. Assim, é necessário possibilitar os trabalhos de manutenção, manejo, proteção e exploração do povoamento através de uma infraestrutura adequada.

Várias são as opções de preparo de solo, e a escolha da melhor depende de alguns fatores como a topografia do local de implantação da floresta, dos implementos disponíveis, da época oportuna, entre outros. Mesmo assim, ainda existem muitas dúvidas a respeito do melhor tipo de preparo o solo no momento da implantação do povoamento

¹ Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Florestal da UFSM. Bolsista da Fapergs.

² Prof. Dr. nat. techn. do Departamento de Ciências Florestais da UFSM. Bolsista do CNPq. E-mail: schuma@ccr.ufsm.br

³ Prof. Dr. do Departamento de Ciências Florestais da UFSM.

⁴ Aluno(a) do Curso de Graduação em Engenharia Florestal da UFSM.

florestal, tais como: preparo convencional em área total, preparo em faixas, escarificação na linha de plantio, subsolagem, gradagem, entre outros.

A preocupação com a sustentabilidade dos sistemas produtivos é algo cada vez mais desejado pelas empresas do setor florestal. Intervenções severas sobre o solo, através do seu preparo intensivo, são práticas cada vez menos utilizadas, pois destroem a sua estrutura física e fertilidade em longo prazo.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo principal avaliar a influência de diferentes tipos de preparo de solo no desenvolvimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis*, aos 49 meses de idade, no município de Cachoeira do Sul – RS.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em diversos povoamentos florestais, principalmente nos de solos de baixa fertilidade, observa-se a queda da produtividade madeireira ao longo das rotações de uma mesma espécie. Notadamente, isso está associado ao declínio da fertilidade causado pelo manejo inadequado, com práticas de conservação e preparo do solo inadequadas as características físicas e químicas, fertilização insuficiente ou desequilibrada e manejo impróprio dos resíduos (Gonçalves et al., 2000).

Whalley et al. apud Corrêa et al. (2003), comentam que incentivar pesquisas se faz necessário para desenvolvermos sistemas de cultivo sustentáveis e ecologicamente corretos, pois os efeitos do cultivo e compactação nos processos biológicos no solo estão apenas parcialmente conhecidos.

Segundo o mesmo autor acima citado, em materiais melhorados geneticamente a situação se agrava, pela alta capacidade de extração e assimilação de nutrientes. Em florestas clonadas deve-se ter maior cuidado para que suas produtividades sejam sustentadas em longo prazo, necessitando o uso de práticas de manejo de solos e resíduos mais criteriosos.

Quando o conjunto de técnicas de preparo de solo para a implantação de florestas é usado de maneira racional, contribui para a manutenção da produtividade (Schumacher & Hoppe, 1999).

A influência do preparo do solo não está ligada somente ao equipamento utilizado, além deste, a maneira e a intensidade com que é usado são importantes. Os resultados desejados podem ser, em certas ocasiões, anulados devido ao mau uso ou uso exagerado dos implementos. Com vista à conservação do solo, o melhor preparo é aquele que deixa na superfície a maior quantidade de resíduos orgânicos com o mínimo de operações, de maneira que proteja o solo do impacto direto das gotas de chuva. Nenhum implemento irá melhorar a estrutura solo, isso se dá pela ação dos organismos biológicos do solo ou pelo desenvolvimento do sistema radicular das plantas (IPEF, 2004), o que se conseguirá com o bom uso dos equipamentos.

A respeito do preparo convencional, Castro (1995) diz que as camadas subsuperficiais compactadas podem ser formadas gradativamente pelas operações de preparo feitas sempre à mesma profundidade. Se o implemento estiver regulado sempre na mesma profundidade, esta camada aos poucos vai ficando tão densa que acaba dificultando a infiltração de água no solo e a penetração de raízes, reduzindo o desenvolvimento das plantas.

Atualmente, a grande maioria das empresas da área florestal brasileira está adotando o preparo reduzido, também chamado de cultivo mínimo.

Corrêa et al. (2003) afirmam que a prática do cultivo mínimo como técnica de manejo de solo surgiu inicialmente como uma necessidade de reduzir o custo de implantação através de adequação das práticas de conservação de solo e diminuir os impactos ambientais decorrentes das queimadas de limpeza.

De acordo com Zen et al. (1995), o cultivo mínimo é um processo de implantação florestal que se baseia na realização de operações mínimas, de tal modo a propiciar a adição dos nutrientes ao solo, o plantio de mudas no campo e o controle da matocompetição sem causar prejuízos no desenvolvimento e na produtividade do povoamento florestal.

Conforme Gonçalves et al. (2000), o preparo mínimo do solo apresenta as seguintes vantagens: mantém ou melhora as características físicas do solo; reduz as perdas de nutrientes do ecossistema; mantém ou eleva a atividade biológica do solo; mantém ou eleva a fertilidade do solo; reduz a infestação de plantas invasoras; reduz as despesas de implantação e reforma dos povoamentos florestais; aumenta a eficiência operacional das atividades a campo. Porém também apresentam desvantagens, como a heterogeneidade de crescimento inicial e dificuldades de proteção e manejo da floresta.

Em virtude da acelerada dinâmica de processos físicos, químicos e biológicos e da natureza distrófica dos solos nos ecossistemas tropicais e subtropicais usados para reflorestamentos, têm-se nas técnicas de manejo restrito do solo uma boa estratégia para manter ou elevar o nível de fertilidade dos solos, em virtude destes ecossistemas serem muito sensíveis a qualquer prática de manejo que perturbe seu equilíbrio natural (Gonçalves et al., 2000).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento apresentado encontra-se instalado no município de Cachoeira do Sul – RS em área pertencente a Todesflor S/A. Fisiograficamente, localiza-se na Depressão Central do Estado.

O clima é do tipo Cfa caracterizado como subtropical, conforme a classificação de Köppen. As temperaturas dos meses mais frios oscilam entre 3° C e 18° C, e para o mês mais quente atinge temperaturas superiores a 22° C. Quanto às precipitações pluviométricas, estas variam de 1500 a 1600 mm anuais.

Conforme a classificação brasileira de solos, a região é pertencente a unidade de mapeamento Alto das Canas, onde é classificado como argiloso vermelho distrófico latossólico. De textura argilosa, relevo ondulado e substrato argiloso, apresentando profundidade média em torno de um metro.

A instalação deste trabalho se deu em dezembro de 1999. Para o qual, foram demarcados 3 blocos de 6 tratamentos de dimensões 30 x 18 metros e espaçamento entre plantas de 2,5 x 3,0 metros.

Foram aplicados os seguintes tratamentos: T1 = Espelhos com enxada (60cm de diâmetro); T2 = Gradagem na linha; T3 = Subsolagem na linha de plantio (uma haste); T4 = Subsolagem na linha de plantio (três hastes); T5 = Subsolagem na linha de plantio (uma haste) mais uma gradagem; T6 = Subsolagem na linha de plantio (três hastes) mais uma gradagem. O delineamento estatístico empregado foi o de Blocos ao Acaso com três repetições.

Foram realizadas duas aplicações de herbicidas na linha de plantio visando o controle da matocompetição, logo após a instalação dos tratamentos. Para a adubação inicial foram aplicados 80g de N-P₂O₅-K₂O (6-30-6) distribuídos metade de cada lado da planta. Após 40 dias realizou-se nova aplicação de 60g do mesmo adubo na proporção 5 – 15 – 5, distribuídos 30g de cada lado da planta. Foram desenvolvidos também tratamentos culturais como o combate à formiga, roçadas, etc.

As variáveis observadas foram: altura total média (em metros), diâmetro médio à altura do peito (DAP, em centímetros) e o volume total (em m³ ha⁻¹). Realizaram-se diversas medições de acompanhamento, sendo que a aqui apresentada corresponde aos 49 meses de idade. Foram realizadas a análise da variância e a comparação de médias segundo o teste de Tukey com nível de significância de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme a análise de variância (Tabela 1), foi eficiente o uso de blocos casualizados apenas para a variável altura total, já para as demais variáveis, não seria necessário a utilização deste delineamento.

Na Tabela 2, observa-se que existe diferença significativa entre os tratamentos para todas as variáveis, com destaque para o tratamento 2, que foi superior em todas elas.

Para a variável altura total, observa-se que a maior média foi obtida com a gradagem na linha de plantio (tratamento 2), porém este não diferiu estatisticamente dos tratamentos 4, 6, 3 e 5, respectivamente. O menor desempenho foi observado com o espelho com enxada (tratamento 1).

Borssato et al. (1982) concluíram que *Eucalyptus saligna* Smith em solo Litólico Eutrófico, com textura média e relevo fortemente ondulado, no estado do Rio Grande do Sul, apresentou um maior desenvolvimento em altura aos 18 meses de idade, nos plantios em solo preparado por aração mais duas gradagens cruzadas mais escarificação, com ou sem sulcamento, do que em solo preparado com escarificação simples, o que estaria de acordo com o resultado obtido.

Contudo, este resultado confronta com o obtido por Suiter et al. (1980), que encontrou aos 14 meses de idade de implantação de um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden como melhor sistema em termos de volume cilíndrico de madeira e crescimento em altura a subsolagem a cada metro seguida de gradagem no centro da linha do subsolador.

TABELA 1: Análise de variância para altura total média, DAP médio e volume total.

Altura total (m)				
FV	GL	SQ	QM	F _{calculado}
Blocos	2	8.6978	4.3489	6.88 *
Tratamento	5	62.4561	12.4912	19.76 *
Resíduo	10	6.3222	0.6322	
Total	17	77.4761		
DAP (cm)				
FV	GL	SQ	QM	F _{calculado}
Blocos	2	6.8400	3.4200	2.73 ns
Tratamento	5	43.7533	8.7507	6.97 *
Resíduo	10	12.5467	1.2547	
Total	17	63.1400		
Volume total (m ³ ha ⁻¹)				
FV	GL	SQ	QM	F _{calculado}
Blocos	2	3777.9359	1888.9679	3.56 ns
Tratamento	5	18108.9343	3621.7869	6.83 *
Resíduo	10	5305.7398	530.5740	
Total	17	27192.6100		

Onde: ns=não significativo; *significativo

Em relação ao DAP a maior média foi encontrada no tratamento 2, o qual não diferiu estatisticamente dos tratamentos 4, 3, 6 e 5, respectivamente; o menor valor foi obtido com o tratamento 1.

Rocha et al. (1982) pesquisando sistemas de preparo de solo em regiões de cerrados do estado de Minas Gerais, afirmaram ter ocorrido uma tendência de incremento em altura e diâmetro aos 24 meses de idade, à proporção que aumentava o grau de mobilização do solo, concluindo ser essencial o revolvimento integral de toda a superfície do solo para o crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Este resultado não foi o mesmo observado para esta variável, já que esta correlação não foi encontrada. Porém o tratamento 2 representa uma significativa mobilização superficial de solo, equivalendo a um nível intermediário aos tratamentos de maior (T6) e menor mobilização (T1).

TABELA 2: Comparação de médias pelo o Teste de Tukey para a altura total, diâmetro a altura do peito (DAP) e volume de madeira.

Variável	Tratamento	Média
Altura Total (m)	2	16,2 a*
	4	16,1 a
	6	15,5 a
	3	15,5 a
	5	14,9 a
	1	10,8 b
DAP (cm)	2	14,9 a*
	4	14,3 a
	3	13,6 a
	6	13,6 a
	5	13,4 a
	1	10,0 b
Volume** (m ³ ha ⁻¹)	2	148,99 a*
	3	146,86 a
	4	141,97 a
	6	138,06 a
	5	133,98 a
	1	57,94 b

Onde: * Médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

** Calculado com fator de forma obtido de Finger (1997).

A maior média para a variável volume por hectare foi encontrada para o tratamento 2, o qual não difere estatisticamente dos tratamentos 3, 4, 6 e 5, nesta ordem. Todavia, a menor média foi observada no tratamento 1.

Tratamentos mais intensivos de preparo de solo são comumente correlacionados com maiores crescimentos das árvores. Em área de reforma de povoamentos de *Eucalyptus grandis* localizada em Minas Gerais, Gatto et al. (2003) encontraram maior volume de tronco, aos 38 meses após plantio, no tratamento de maior revolvimento do solo (queima, destoca e subsolagem), os autores atribuíram isto a maior disponibilização de nutrientes e pela redução da matocompetição. Este tratamento obteve mais do que o dobro de volume de tronco em relação à testemunha (somente abertura de cova de plantio).

Nota-se que com exceção do T1, não se observa diferença significativa entre os demais tratamentos, o que pode indicar uma tendência de mudança nos dados em avaliações futuras, pois conforme investigações sobre diferentes sistemas de preparo de solo em plantios jovens de *Pinus taeda* em Arapoti-PR, Dedecck et al. (2000) afirmam que o desenvolvimento das plantas foi diretamente proporcional à profundidade atingida no preparo de solo.

De acordo com Gonçalves et al. (2000), o aumento do uso das técnicas de cultivo mínimo demonstra a preocupação dos produtores, pesquisadores e técnicos de buscar uma produção florestal de boa qualidade, produtividade e rentabilidade, sem afetar o meio ambiente, especialmente conferindo ao solo melhor resistência à erosão e lixiviação. Uma boa alternativa para a manutenção ou elevação dos níveis de fertilidade do solo seria a técnica do preparo mínimo.

CONCLUSÕES

O preparo do solo influenciou no desenvolvimento do povoamento, provavelmente por romper camadas compactadas do solo.

A gradagem na linha de plantio foi o tratamento que proporcionou os melhores resultados para todas as variáveis, isto provavelmente se deve a melhor distribuição de raízes e maior disponibilidade de nutrientes causada por este tratamento.

Não houve diferença significativa da gradagem na linha de plantio e demais tratamentos, indicando que medições posteriores, em longo prazo, poderão mostrar diferentes resultados, uma vez que o crescimento inicial desta espécie é tanto maior quanto mais revolvimento é aplicado ao solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORSSATO, I.; RECH, B.; FREITAS, A. J. P. Efeito o preparo do solo sobre o desenvolvimento de *Eucalyptus saligna* Smith. In: Congresso Florestal Brasileiro, IV. **Anais**. Belo Horizonte, 1982.
- CASTRO, O .M. Cultivo mínimo e propriedades físicas do solo. In: Seminário sobre cultivo mínimo em florestas, 1. **Anais**. Curitiba, 1995. p. 34-42.
- CORRÊA, R. S.; SCHUMACHER, M. V.; VOGEL, H. L. M.; HOPPE, J. M. Influência do tipo de preparo de solo no crescimento de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill. ex Maiden. In: Congresso Florestal Brasileiro, VII. **Anais**. São Paulo, 2003. CD-Rom.
- DEDECECK, R. A.; MENEGOL, O.; BELLOTE, A. F. J. Avaliação da compactação do solo em plantios jovens de *Pinus taeda*, com diferentes sistemas de preparo do solo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 40, jan./jun. 2000, p. 5-21.
- FINGER, C.A.G. **Tabelas para o manejo florestal de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, em primeira e segunda rotações**. Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1997.
- GATTO, A.; BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. de; COSTA, L. M. da; NEVES, J. C. L. Efeito do método de preparo do solo, em área de reforma, nas suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 635-646, 2003.
- GONÇALVES, J. L. M; STAPE, J. L; BENEDETTI, V. P; FESSEL, V. A. G. & GAVA, J. L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: Nutrição e Fertilização Florestal. Piracicaba: **IPEF**, 2000. 427p.
- IPEF. Instituto de pesquisas e estudos florestais. Lista de discussões. Endereço: www.ipef.br/servicos/listas/floresta – Acessado em 10/01/2004.
- ROCHA, D.; MAGALHÃES, J. G. R.; NASCIMENTO, M. B. F. Efeito dos sistemas de preparo de solo no crescimento de *Eucalyptus grandis* na região de Capelinha, Minas Gerais. In Congresso Florestal Brasileiro, IV. **Anais**. Belo Horizonte, 1982.
- SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. **A floresta e o solo**. Porto Alegre: Pallotti, 1999.
- SILVA, J. R. **Comparação entre sistemas mecanizados de preparo do solo para implantação de floresta de produção**. Santa Maria: UFSM, 1994. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, 1994.
- SUITER, W. F.; REZENDE, G. C.; MENDES, C. J.. Efeitos de diversos métodos de preparo de solo sobre o desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden plantado em solos com camada de impedimento. Piracicaba: **IPEF**, 1980. (Circular Técnica, 90).
- ZEN, S.; YONEZAWA, J. T.; FELDEBERG, J. E. Implantação de florestas no sistema de cultivo mínimo em florestas, 1. **Anais**. Curitiba, 1995. p. 65-72.

FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO BASEADAS EM SOFTWARE LIVRE DESTINADAS A
PROFISSIONAIS DE ENGENHARIA FLORESTAL

FREE SOFTWARE GEOPROCESSING TOOLS FOR FOREST ENGINEERS

Cristhiano Bossardi de Vasconcellos¹ Elvis Rabuske Hendges² Henrique Schetinger Filho³
Rodrigo Silva Londero³ Rudiney Soares Pereira⁴

RESUMO

Caminhos alternativos têm se aberto para solucionar a carência de recursos, evitando gastos com licenciamento de *software*, possibilitando o desenvolvimento e uso de tecnologias baseadas em licenças de software livre e código fonte aberto. Este trabalho tem como objetivo gerar um pacote de ferramentas de software livre para auxílio aos profissionais da engenharia florestal, equipando-os com ferramentas computacionais de qualidade. Como produto final obteve-se um ambiente computacional seguro, estável e de fácil utilização, concentrando aplicativos específicos da área de geoprocessamento e sistema operacional em um único CD auto-inicializável.

Palavras-chave: Engenharia Florestal, ferramentas computacionais, *software* livre

ABSTRACT

Alternative ways had been opened to solve the lack of resources, preventing expenses with licensing of software, making possible the development and use of technologies based on licenses of free software and open source. This work has the objective to generate a package of tools of free software to help the Forest Engineers, equipping them with computational tools of quality. As end product was gotten a safe computational environment, stable, of easy use, concentrating specific software applications of geoprocessing and operational system in a bootable compact disc (CD).

Key words: Forest Engineering, computational tools, free software

INTRODUÇÃO

Os aplicativos de geoprocessamento baseados em software proprietário estão se desenvolvendo em larga escala a nível mundial. Temos exemplos de sistemas com grande capacidade de armazenamento de dados baseados em sistemas de gerenciamento de bancos de dados (SGBD) comerciais, tais como Oracle e o IBM-DB2. Os fabricantes destes sistemas sob licença proprietária têm buscado atender cada vez mais as necessidades dos usuários de várias áreas, inclusive de gerenciamento ambiental, para incrementar as capacidades funcionais de seus programas.

No entanto, o custo destes sistemas sob licença proprietária torna seu uso inviável para determinados segmentos profissionais, tais como empresas privadas, profissionais liberais, instituições públicas com baixo potencial de investimento. Em certos casos, a carência de recursos para investimentos em licenças proprietárias de programas, torna inviável o uso destas importantes ferramentas em atividades técnico-científicas relacionadas ao gerenciamento ambiental.

Caminhos alternativos têm se aberto para solucionar esta carência de recursos, possibilitando o desenvolvimento e uso de tecnologias baseadas em licenças de software livre e código fonte aberto. Estes caminhos criam a possibilidade de se colocar à disposição de profissionais e pesquisadores de várias áreas relacionadas ao gerenciamento ambiental de baixo custo e alta qualidade, auxiliando-os em suas atividades. A tecnologia de software livre poderá permitir três grandes vantagens: a) por se utilizar software de código fonte aberto é possível melhorar a qualidade dos aplicativos sendo esses objeto de pesquisa e aprimoramento constante. Isto, não é possível em casos de licença proprietária, pois o código fonte é secreto e a propriedade industrial é de determinada empresa. Normalmente, as empresas não permitiriam, por exemplo, que o seu segredo industrial fosse divulgado para universidades ou grupos de pesquisa com o objetivo de aprimoramento do software; b) a utilização de software de código aberto permite reduzir consideravelmente o custo do software, facilitando seu uso pessoas ou instituições com poucos recursos financeiros; c) a utilização de ferramentas baseadas em tecnologia de software livre, permite possíveis adaptações a equipamentos computacionais (*hardware*) de custo mais acessível ou que se encontram obsoletos por sua tecnologia ultrapassada. Isto é devido à facilidade que certas ferramentas de código aberto possuem, de adaptação a sistemas operacionais que em

¹ Bacharel em Ciência da Computação

² Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UFSM

³ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Geomática da UFSM

⁴ Dr. Professor Titular Universidade Federal de Santa Maria.

alguns casos, não exigem recursos de hardware de grande desempenho. Essa situação permite o uso de aplicativos adaptados a equipamentos de hardware menos onerosos financeiramente.

Algumas desvantagens no uso de software livre são: a) certa carência de investimentos na área de recursos humanos para o desenvolvimento dessa tecnologia, já que inicialmente, quem se destaca nesta frente de trabalho, são profissionais ligados as universidades ou instituições sem fins lucrativos ou ainda, grupos de simpatizantes da idéia do software livre e do código aberto a nível nacional e internacional; b) o ítem anterior provoca também uma carência de ferramentas de software para desenvolvimento de aplicativos com tecnologia de software de código aberto. São por exemplo, ferramentas para programação, geração de interfaces homem-computador, SGBD (sistemas de gerenciamento de bancos de dados) e aplicativos em geral; c) a falta de conhecimento de tecnologias de software livre, por uma questão cultural, provoca receio, temor ou desconfiança, reduzindo-se a possibilidade de aprendizado e utilização.

Este trabalho teve como objetivo gerar um pacote básico de ferramentas de software livre para auxílio ao profissional de engenharia florestal. Os objetivos específicos foram: a) equipar o profissional com ferramentas computacionais de qualidade, isentando-o de investimentos com licenciamento de aplicativos e sistemas operacionais proprietários; b) construir um ambiente computacional seguro, estável e de fácil utilização, concentrando aplicativos específicos da área de geoprocessamento e sistema operacional em um único CD auto-inicializável.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conforme explicado em Projeto (2003), o software livre é o software que tem a permissão para que qualquer pessoa use, copie e distribua, com ou sem modificações, tanto gratuitamente quanto cobrando. Isto significa que o código fonte deve ser acessível, ou seja, aberto para poder ser alterado. Muitas línguas, entre elas o galego, têm duas palavras diferentes para livre e gratuito. O inglês tem um palavra - "grátis" - que se refere inequivocamente ao preço, mas não tem um adjetivo referido especificamente à liberdade, de forma que o termo "*free*" emprega-se tanto para referir-se ao preço como à liberdade. Esta ambigüidade arrasta-se a outras línguas, dada a predominância do inglês nos assuntos de informática. Devido a más traduções, é freqüente o emprego de software livre como sinônimo de software gratuito, ou mesmo tenta-se reduzir o software livre a mero software gratuito.

Segundo Morimoto (2004), a utilização de *software* livre em sistema operacional livre (Linux, por exemplo) gera uma economia significativa no que diz respeito à aquisição de licenças para o uso de programas. Este mesmo autor exemplifica este fato citando dois programas: o StarOffice e o PDF-Printer. O primeiro é um pacote de programas que substitui perfeitamente o pacote Microsoft Office e o segundo gera arquivos PDF substituindo o Adobe Acrobat, que juntos custariam atualmente na ordem de dois mil reais.

Atualmente, o governo federal tem incentivado o uso de software livre em seus vários segmentos. Em Abrasco (2003), são ressaltadas a importância, a relevância e a contemporaneidade dessa perspectiva (a do software livre nos sistemas de informação geográfica - SIG), num contexto mundial e também nacional: "O uso de Software Livre em governos tem crescido rapidamente em todo o mundo, como mostra projeto de lei do senado francês. A racionalidade por trás dessa opção está orientada pela redução de custos, independência de fornecedores e razões técnicas como a estabilidade do sistema operacional e segurança (FREE-GIS, 2004). No caso brasileiro, "o governo de Luiz Inácio Lula da Silva manterá a base de programas de informática sob licença, mas apostará fortemente no software de livre circulação (gratuito)", como afirmou o novo presidente do SERPRO (Brito, 2002).

Conforme explicado em Projeto (2003), o software proprietário é aquele que não é nem livre nem semi-livre. O seu uso, modificação ou redistribuição está proibido, ou requer a permissão de uso do seu fabricante ou responsável ou está restringido de tal forma, que é praticamente impossível fazê-lo livremente.

Alguns exemplos a nível nacional e internacional de ferramentas de software livre usados para gerenciamento ambiental podem ser citados:

a) o PostgreSQL (Biazus, 2003), é um sistema de gerenciamento de banco de dados com capacidade de armazenamento de dados georreferenciados através do uso da ferramenta PostGIS (Blasby, 2003) que segue o padrão OpenGIS (uma especificação SQL para dados geográficos);

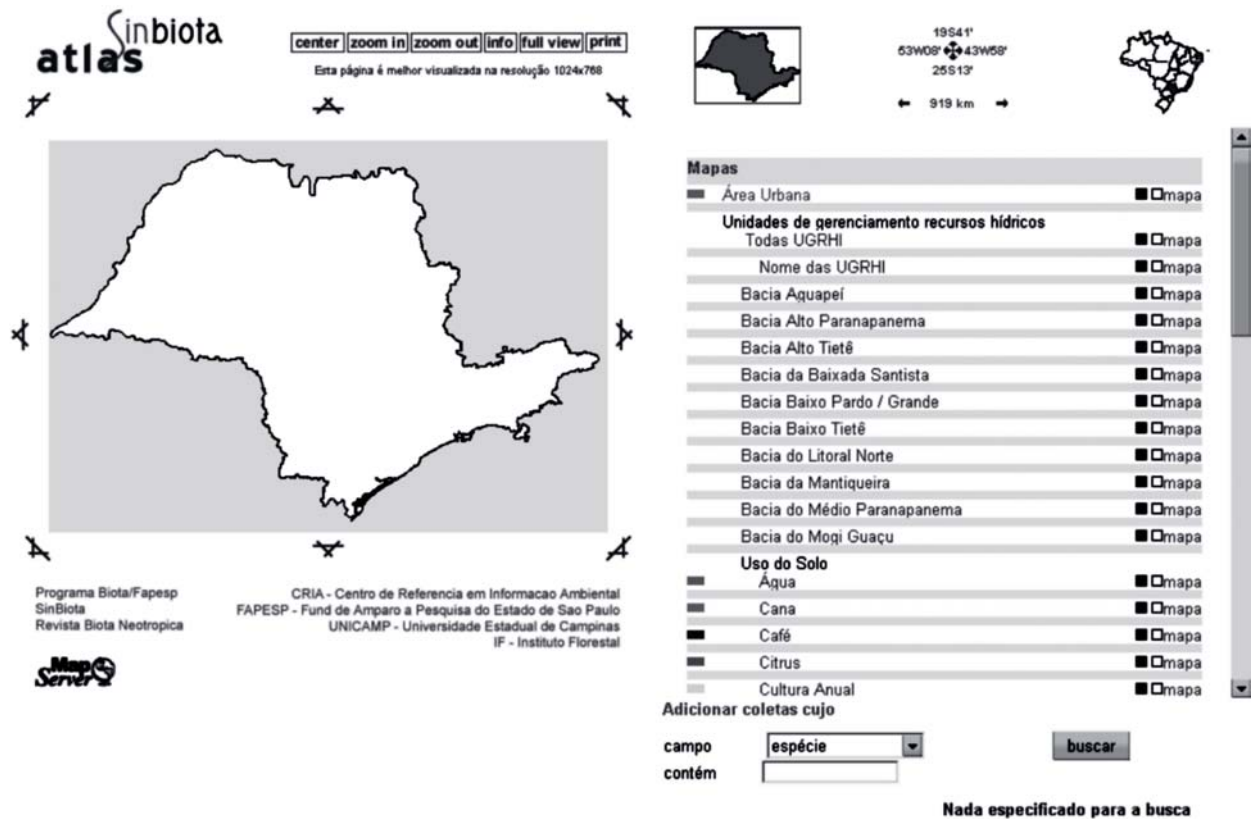


FIGURA 1 – Exemplo de sistema que utiliza o Postgresql.
 Fonte: <<http://sinbiota.cria.org.br/atlas>> . Acesso em agosto de 2004.

b) a biblioteca MapServer (Mapserver, 2003), é uma ferramenta de processamento de imagens georreferenciadas sob a licença GPL (*GNU Public License*).

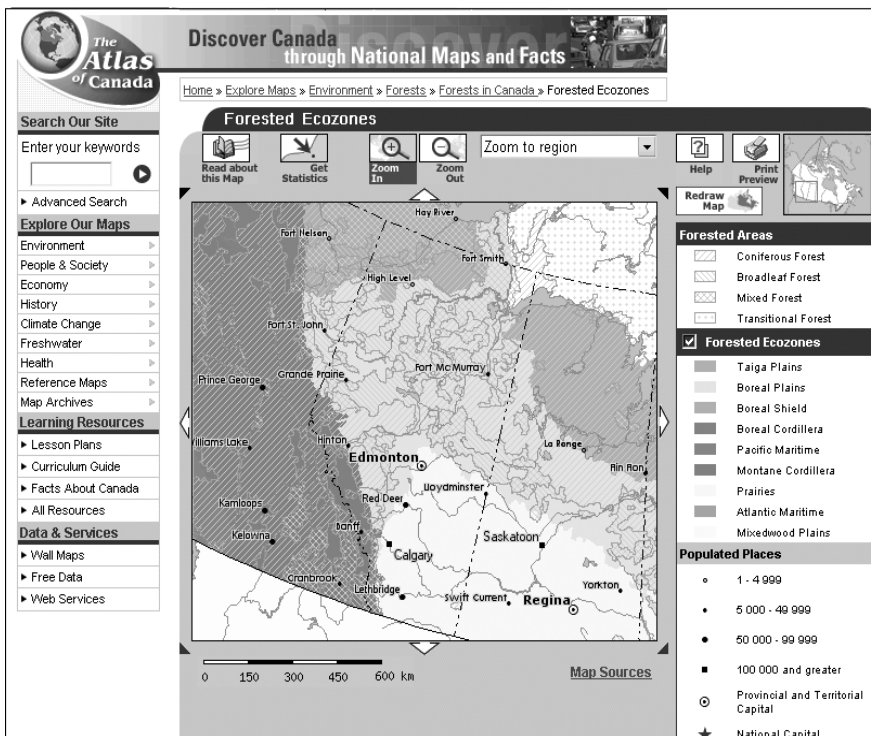


FIGURA 2–Exemplo de uso do MapServer (MAPSERVER, 2003).
 Fonte: <<http://atlas.gc.ca/site/english/maps/environment/forest>> . Acesso em agosto de 2004.

c) o GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) (GRASS, 2004), é um conjunto de aplicativos para geoprocessamento baseado em software livre.

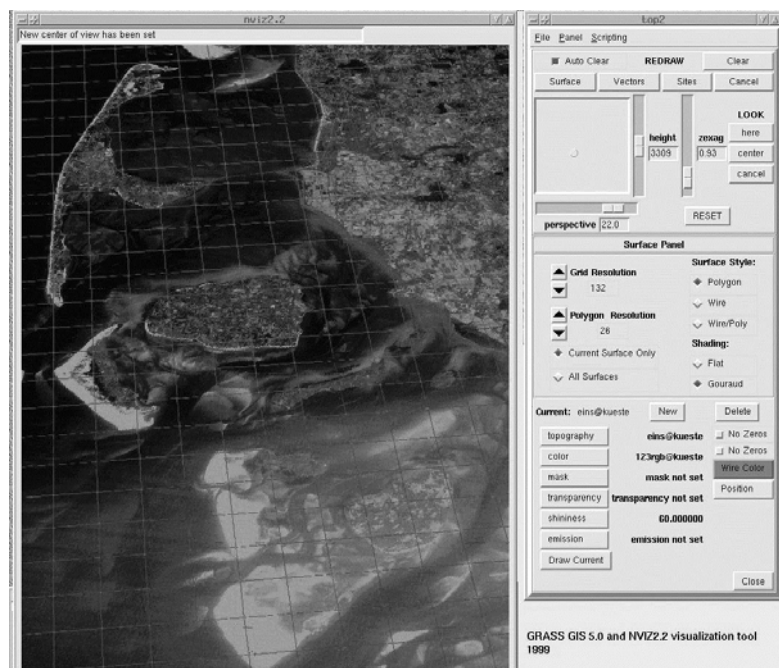


FIGURA 3 – Exemplo de tela gráfica do Grass (2004)

Fonte: <<http://www.geog.uni-hannover.de/grass/>>. Acesso em agosto de 2004.

MATERIAL E MÉTODO

Para o desenvolvimento deste trabalho foram usados: a) Um micro-computador padrão IBM-PC, executando sistema operacional Linux Kurumin; b) uma unidade de gravação de CD; c) ferramentas de software livre para geração de um CD auto-inicializável; d) ferramentas de geoprocessamento e processamento de imagens; e) conjunto de ferramentas para gerenciamento ambiental baseadas em software livre.

A metodologia utilizada reuniu profissionais das áreas de engenharia florestal, geografia, ciência da computação e desenho industrial. Esta equipe fez uma pesquisa de ferramentas disponíveis em *software* livre para o gerenciamento ambiental que foram incluídas no CD auto-inicializável.

Esta experiência multidisciplinar organizou-se da seguinte forma: os Engenheiros Florestais contribuíram com a definição das necessidades específicas da área de geoprocessamento, delimitando o problema projetual; os profissionais da ciência da computação executaram a adaptação e a instalação dos programas no ambiente integrado; os profissionais da área de desenho industrial/programação visual atuaram no desenho das telas gráficas, contribuindo para os aspectos ergonômicos do projeto da interface IHC (Interação Humano-Computador).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os profissionais da área de Engenharia Florestal, através do uso deste pacote de ferramentas, têm em um único CD, um ambiente integrado dotado de aplicativos formando uma área de trabalho completa para auxiliá-los em suas atividades profissionais. Além disso, estão incluídos no CD um conjunto de documentos eletrônicos relacionados à legislação ambiental e geoprocessamento que facilitam o acesso rápido à informações estratégicas. Cabe ressaltar que todas essas vantagens estão isentas do pagamento de licenças e poderão funcionar em computadores de baixo custo tornando, a realização destas atividades mais acessíveis.

CONCLUSÕES

Através deste estudo pode-se evidenciar a existência de um conjunto de ferramentas de software livre para gerenciamento ambiental. Percebe-se que o uso de software livre na área de geoprocessamento pode auxiliar a atividade

profissional ou técnico-científica na área de gerenciamento ambiental sem grandes investimentos financeiros.

A criação do pacote de ferramentas de software livre para auxílio ao Engenheiro Florestal foi executada com êxito e encontra-se em fase de testes. Novos implementos na interface gráfica estão sendo projetados atualmente.

Os programas incluídos neste pacote, além de possuírem uma ótima estabilidade, estão em constante atualização por uma comunidade de desenvolvedores e entusiastas de *software* livre no mundo inteiro, através da rede mundial de computadores Internet. Este constante desenvolvimento tem como resultado a estabilidade e confiabilidade destes programas, o que não acontece em muitos *softwares* proprietários.

O uso do sistema operacional Linux como plataforma para o ambiente integrado oferece grandes vantagens, como a segurança em relação à contaminação com vírus de computador ou programas invasores, a possibilidade de criação de ambiente multi-usuário e distribuído e o uso de recursos avançados tais como tolerância à falhas (por exemplo a duplicação de disco rígido).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASCO. **VII Congresso Brasileiro de Saúde Coletiva** Abrasco 2003, Trabalho 49401

BIAZUS, D. O. **Um breve histórico do Postgresql**. Projeto Postgresql-br. 2003. Disponível em: <<http://pgsqrbr.querencialivre.rs.gov.br/index.php?corpo=historico>> . Acesso em outubro de 2003.

BLASBY, D. **Developing Applications with PostGIS**. Mapserver User Meeting. Junho de 2003.

FREE-GIS. "The FreeGIS Project". Disponível em : <<http://freegis.org/index.en.html>>. Acesso em agosto de 2004.

BRITO, H. M., VASSOLER.G.L., BORTOLON, S, ARANTES, D. O. **Uma Hierarquia de Servidores de Dados Geopidemiológicos usando GML**, Depto. Ciência da Computação da Faculdade de Ciências Humanas de Aracruz – ES. Disponível em: <www.inf.ufes.br. Acesso em agosto de 2004>.

MORIMOTO, C. E. **Kurumin: Desvendando seus segredos**. São Paulo, SP. 2004. Disponível em: <<http://www.guiadohardware.net>>. Acesso em agosto de 2004.

MORIMOTO, C. E. **Desvendando o Linux**. Editora Digerati Books. São Paulo, SP. 2004.

MAPSERVER PROJECT. Mapserver 4.0 Tutorial, disponível em <<http://terrasip.gis.umn.edu/projetcs/tutorial/>>. Acesso em agosto de 2004.

GRASS. **GRASS GIS Homepage**. Disponível em : <<http://www.geog.uni-hannover.de/grass/>>. Acesso em agosto de 2004.

PROJETO GNU. **Categorias de software livre e não livre**. 2003. Disponível em <http://members.tripod.com.br/RamonFlores/GNU/categorias.html> > . Acesso em agosto de 2004.

ZONEAMENTO FLORESTAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SOTURNO (RS)¹

FOREST ZONING HYDROGRAPHIC SUB-BASIN OF SOTURNO OF THE RIVER (RS)

Silvia Margareti de Juli Morais Kurtz² José Sales Mariano da Rocha² Rudiney Soares Pereira³
José Geraldo de Vasconcellos Baracuh⁴ Fabio Charão Kurtz⁵

RESUMO

O Zoneamento Florestal é um trabalho pioneiro no Brasil, onde se definem zonas constituídas por áreas destinadas, predominantemente, aos florestamentos energéticos, econômicos e ecológicos, e outros recursos associados às espécies florestais, observado a legislação em vigor. O objetivo geral da presente pesquisa consistiu em criar uma metodologia para o Zoneamento Florestal, escolhendo-se como área piloto a Sub-bacia Hidrográfica do Rio Soturno (RS), por apresentar extrema importância para o desenvolvimento da fauna, da flora e dos recursos hídricos da região. Definiram zonas de Floresta de Preservação Permanente (FPP), Floresta de Conservação Permanente (FCP), Área de Restauração Florestal (ARF), Floresta de Uso Comercial (FUC) e Área de Uso e de Ocupação (AUO), visando fornecer subsídios para o estabelecimento de uma política florestal consistente. Observou-se que a área de estudo apresentou uma deterioração média de 61,94%, sendo que na Carta de Zoneamento Florestal, a Área de Restauração Florestal (ARF) apresentou maior predominância (42,19%). Devido a grande variabilidade dos recursos naturais renováveis no país, em especial às florestas, vê-se a necessidade do uso e manejo adequados assegurando-se o seu desenvolvimento e sustentabilidade.

Palavras-chave: zoneamento florestal, bacia hidrográfica, manejo florestal.

ABSTRACT

Forest zoning is a new environmental model in Brazil, for which zones consisting of areas predominantly destined to energetic, economical and ecological forestations are defined along with other resources associated to forest species, according to present legislation. The general objective of the present research is to create a new methodology for Forest Zoning using the Hydrographic Sub-Basin of the Soturno River (RS) as a pilot area because of its extreme importance for the development of wildlife, vegetation and hydrologic resources in the area. For that purpose, zones were defined as follows: Forest of Permanent Preservation (FPP), Forest of Permanent Conservation (FPC), Area of Forest Restoration (AFR), Forest of Commercial Use (FCU), and Area of Use and Occupation (AUO), aiming at providing subsidies for the establishment of a consistent forest policy. It was observed that the study area presented an average deterioration of 61.94%, and that, in the Forest Zoning mapping, the Area of Forest Restoration (AFR) was more predominant (42.19%). Due to great variability of the renewable natural resources in the country, especially concerning forests, we point out the need for adequate use and management of forests, thus guaranteeing their development and sustainability.

Key-words: forest zoning, hydrographic basin, forest management.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma grande diversidade biológica, sendo necessário o uso e o manejo adequados dos seus recursos naturais renováveis disponíveis para o desenvolvimento e o bem-estar geral do país. Torna-se, por isso, importante a definição de parâmetros do Ecossistema Florestal que viabilizem a utilização racional das florestas.

Maestri (1993) comenta que a função básica do Manejo Florestal é conduzir o recurso florestal para o atendimento dos objetivos de uma organização. Antes de qualquer decisão técnica/operacional, deve vir o posicionamento estratégico, dado pela alta administração, normalmente traduzidos na missão e visão do negócio. Uma vez definidas as diretrizes estratégicas, o Manejo Florestal, lança mão dos recursos disponíveis para alcançar tais objetivos.

¹ Metodologia aplicada em Tese de Doutorado defendida no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, CCR, UFSM, Santa Maria, RS.

² Eng.º Florestal, Doutor, Professor Titular do Departamento de Engenharia Rural, CCR, UFSM, Santa Maria, RS.

³ Eng.º Florestal, Doutor, Professor Titular do Departamento de Engenharia Rural, CCR, UFSM, Santa Maria, RS.

⁴ Eng.º Agrônomo e Advogado, Doutor, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Agrícola, CCT, UFCG, Campina Grande, PB.

⁵ Eng.º Florestal, M.Sc., Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, CCR, UFSM, Santa Maria, RS.

Conforme Schneider & Finger (2000), no Princípio nº7, do FSC (Forest Stewardship Council), letra h, o plano de manejo e a documentação pertinente deve fornecer mapas de zoneamento florestal descrevendo a base dos recursos florestais, incluindo as áreas protegidas, as atividades de manejo planejadas e os tipos de uso da terra.

O Zoneamento Florestal, nos moldes propostos, é um trabalho inédito no Brasil. A pesquisa definiu zonas constituídas por áreas destinadas predominantemente aos florestamentos. Como estudo de um caso, para uma metodologia padrão, escolheu-se a Sub-bacia Hidrográfica do Rio Soturno, pertencente a Sub-bacia Hidrográfica do Alto do Jacuí, no Rio Grande do Sul, com uma área total de 105.374,97 ha, localizada entre as coordenadas geográficas 29°14'07" e 29°41'19" de latitude sul e 53°41'24" e 53°20'17" de longitude oeste.

O objetivo geral da presente pesquisa consistiu em criar uma metodologia para o Zoneamento Florestal, escolhendo-se como área piloto a Sub-bacia Hidrográfica do Rio Soturno (RS), por apresentar extrema importância para o desenvolvimento da fauna, da flora e dos recursos hídricos da região, visando fornecer subsídios para o estabelecimento de uma política florestal consistente.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O valor da floresta como regulador das nascentes e do controle da erosão é bem conhecido. Sua função hidrológica, entretanto, não é a mesma em todos os tipos de topografia. Nos terrenos planos, o efeito da cobertura florestal no controle das enchentes não é tão pronunciado como nos montanhosos. Os processos envolvidos por ela, como regulador de enxurrada, podem ser explicados pelo fato de que um bom manejo da floresta é uma integração biológica da comunidade florestal com o clima e com o solo superficial; a parte superior é protegida pela copa das árvores e arbustos em diferentes alturas, e a superfície do solo, com folhas mortas, galhos secos e matéria orgânica em vários estágios de decomposição, com abundância de microorganismos que, mantêm o solo poroso, com estrutura ideal para absorver grande quantidade de água (Bertoni & Neto Lombardi, 1990).

As principais causas do aparecimento de modelos predatórios são: a falta de uma política florestal coerente que incentive o manejo racional e a falta de um Zoneamento Florestal de acordo com as condições de cada região. O manejo florestal adequado garante a continuidade da produção, uma rentabilidade satisfatória, reduz o desperdício de madeira, permite maior segurança no trabalho, respeita as leis, dá oportunidade de adquirir o "selo verde" com conseqüente valorização da produção, garante a conservação florestal e presta um grande serviço ambiental ao planeta. O plano de manejo florestal deve ser realizado por etapas. A primeira etapa é baseada em um estudo para definir o zoneamento das áreas de acordo com as características de cada cobertura vegetal existente. Nesta fase definem-se as áreas que potencialmente podem e as que não podem ser exploradas (Agrosuisse, 2002).

A Lei 9.433 de 08/01/97, capítulo I, art. 1, inciso 5, da Política Nacional dos Recursos Hídricos, baseia-se nos seguintes fundamentos: a Bacia Hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e para a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Segundo Silva & Carneiro (1976), o principal objetivo do Manejo de Bacias Hidrográficas é aumentar o escoamento sub-superficial e diminuir, ao máximo, o escoamento superficial. Essas análises são efetuadas em bom número de dados que se relacionam à rede hidrográfica, morfologia e vegetação que, uma vez analisados em conjunto, possibilitam a aquisição de informações úteis ao manejador, constituindo-se uma parcela importante da totalidade dos dados necessários ao planejamento global. Assim, existem vários parâmetros que podem ser estudados neste elemento.

MATERIAL E MÉTODO

Para o "Zoneamento Florestal da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Soturno (RS)" foram utilizadas cartas topográficas com escala: 1:50.000, imagens de satélite provenientes do Satélite LANDSAT 5 do sensor TM, órbita/ponto WRS 223/080D, nos canais 3, 4 e 5, escala aproximada 1:100.000 e imagens sub-orbitais (aerofotogramas), escala aproximada 1:110.000.

A metodologia da presente pesquisa foi adaptada de Rocha (1997) – Zoneamento Ambiental, aplicada na Área de Proteção Ambiental (APA) de Osório e na APA de Santa Rita e Reserva Ecológica do Saco da Pedra em Marechal Deodoro (AL).

Seleção da unidade ambiental/florestal

O hexágono foi a figura escolhida como unidade ambiental/florestal para os trabalhos de análise de laboratório e campo, visando a elaboração do Mapa de Zoneamento Florestal. A escolha do hexágono reporta-se às sugestões contidas em De Biasi (*apud* Rocha, 1997) que diz ser esta a melhor opção devido a maior semelhança com as formas arredondadas do terreno.

A média das áreas dos hexágonos no Programa SITER 2.1 foi de 340 ha, esta diferença deve-se ao trabalho do papel dilatação/diminuição conforme as mudanças de temperatura ambientais. Assim, este valor foi utilizado para os cálculos dos parâmetros.

Para cobrir toda a área de estudo foram necessários 357 hexágonos, formando uma rede, em escala 1:50.000, que foi colocada sobre o Mapa de Uso da Terra da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Soturno (RS) e sobre os demais mapas auxiliares: Curva de nível, Rede de Drenagem, Divisão em 13 microbacias, Compartimentos Geomorfológicos e Formações Geológicas, de mesma escala, tendo como amarração a rede de coordenadas UTM.

Em cada hexágono numerado mediu-se os temas encontrados e através dos dados levantados foram atribuídos e tabulados os valores ponderados ambientais/florestais. Quando não era possível quantificar as áreas das classes de cada parâmetro, em termos de área de abrangência da referida classe em cada hexágono, considerou-se a de maior predominância.

Parâmetros ambientais/florestais

Este procedimento consistiu em atribuir valores ponderados em função da importância ambiental/florestal para os parâmetros, conforme Quadro 1.

QUADRO 1: Parâmetros e valores ponderados para Zoneamento Florestal.

CÓDIGOS	PARÂMETRO AMBIENTAL/FLORESTAL	VALOR AMBIENTAL/FLORESTAL	
		Mínimos	Máximos
DH1	Declividade	1	10
DD2	Densidade de Drenagem	1	10
RN3	Coefficiente de Rugosidade	1	10
IC4	Índice de Circularidade	1	10
CG5	Compartimentos Geomorfológicos	1	10
FG6	Formações Geológicas	1	10
UT7	Uso da Terra	1	10
PN8	Paisagem Nativa	1	10
VT9	Vegetação	1	12
EF10	Exploração Florestal Sustentável	1	10
TOTAIS		10	102

Avaliação analítica das deteriorações ambientais/florestais de cada unidade ambiental/florestal

Com base no somatório dos valores ponderados máximos e mínimos de todos os parâmetros, calculou-se através de regressão linear a “Reta de Deterioração Ambiental/Florestal”:

$$Y = a * X + b$$

Onde:

- Y= deterioração ambiental/florestal por hexágono;
- X= valores encontrados pela aplicação dos parâmetros considerados;
- a, b = coeficientes.

A partir desta equação calcula-se o valor de deterioração ambiental/florestal (y) para cada unidade mínima de análise. Com o valor de y calculado, definiram-se as classes ambientais/florestais.

Seleção das classes ambientais/florestais para a definição do Zoneamento Florestal

Com a equação calculou-se o valor de Y em função de cada indicador total (X). Para a definição das Classes Ambientais/Florestais, calculou-se a amplitude e o intervalo das classes, dos valores em percentagem de deterioração. Ao valor mínimo de deterioração ambiental encontrado, acrescentou-se uma fração da amplitude e assim encontrou-se o primeiro intervalo correspondente à classe ecológica/florestal. Repetiu-se este procedimento, adicionando-se mais uma fração da amplitude ao intervalo superior da classe anterior e assim, sucessivamente, para as restantes classes ambientais/florestais.

Zoneamento Florestal

O mapa de zoneamento elaborado fez corresponder a cada hexágono a sua classe ambiental/florestal.

Para o traçado definitivo da unidade ambiental/florestal, o perímetro seguiu a nomenclatura adotada para o hexágono, traçando-se as sinuosidades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação das deteriorações ambientais/florestais de cada unidade ambiental/florestal

Por hexágono os valores foram atribuídos e tabulados onde se somou os valores ponderados máximos e mínimos de todos os parâmetros.

Observou-se que o valor mínimo corresponde a uma unidade ou fração de área em que todos os parâmetros assumem o valor ponderado mínimo = 1, e, portanto o seu somatório será igual a 10. Nesta situação, a percentagem de deterioração ambiental/florestal é considerada 0%, ou seja, corresponde à situação com existência real mais favorável. Da mesma forma, o valor do somatório dos valores ponderados máximos, 102, corresponde ao maior nível de deterioração ambiental/florestal, ou seja, 100%, como pode ser visto no Quadro 1.

Com base nestes resultados determinou-se a equação de deterioração ambiental/florestal, através de regressão linear: $Y = 1,08696 X - 10,86956$.

Encontrou-se um valor $X_{total} = 23920$, com 357 observações, equivalendo uma média $\bar{X} = 66,99$. A média da Unidade Crítica de Deterioração:

$$\bar{Y} = 1,08696 (66,99) - 10,86956 = 61,94\%$$

A Figura 1 mostra a Reta de Deterioração Ambiental/Florestal para "Zoneamento Florestal da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Soturno (RS)".

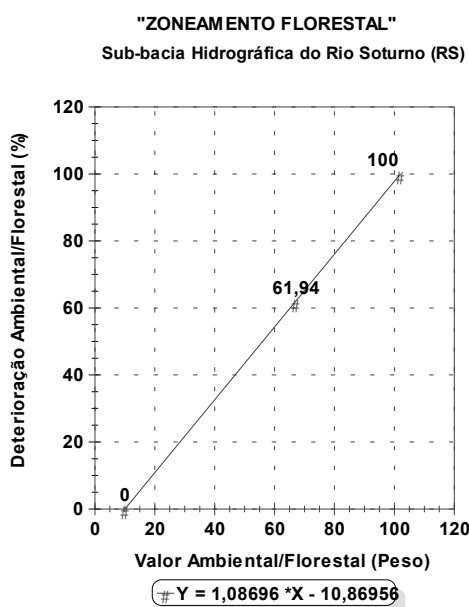


FIGURA 1: Reta de Deterioração Ambiental/Florestal para "Zoneamento Florestal da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Soturno (RS)".

Diz-se que existe correlação entre duas ou mais variáveis quando as alterações sofridas por uma delas são acompanhadas por modificações nas outras. Ou seja, no caso de duas variáveis X e Y verifica-se que, se há aumentos (ou diminuições) em X correspondem aumentos (ou diminuições) em Y. Para que exista correlação é necessário que a reta corte o eixo X em algum ponto ($b \neq 0$). Assim, quando há correlação, a reta de regressão em Y não é paralela ao eixo X.

Verificou-se na Figura 1 que houve uma correlação positiva, pois X e Y variam no mesmo sentido, ou seja, quanto maiores os valores encontrados nos parâmetros considerados, maior será a deterioração ambiental/florestal.

Seleção das classes ambientais/florestais para a definição do Zoneamento Florestal

A partir da equação ($Y = 1,08696 X - 10,86956$) calculou-se o valor da unidade crítica de deterioração ambiental/florestal (Y) para cada hexágono.

Com o valor de Y calculado, definiu-se as classes ambientais/florestais. Para isto, encontrou-se uma amplitude dos valores em percentagem de deterioração de 55,44%, e definiu-se o valor do intervalo das classes consideradas no zoneamento de 11,09.

Ao valor mínimo de deterioração ambiental/florestal encontrado, acrescentou-se uma fração da amplitude e assim encontrou-se o primeiro intervalo correspondente à classe Floresta de Proteção Permanente (FPP). Repetiu-se este procedimento, adicionando-se mais uma fração da amplitude ao intervalo superior da classe anterior e assim sucessivamente para as restantes classes ambientais/florestais.

O menor valor (peso) foi direcionado à FPP, por ser destinada a florestas nativas reservadas à manutenção dos ecossistemas intactos, onde são proibidas visitas, a exceção de expedições científicas credenciadas pelos órgãos ambientais, garantindo assim o futuro das próximas gerações e ao não desaparecimento de espécies de flora e fauna silvestre em extinção, sendo esta a situação mais favorável. As demais classes foram recebendo, gradativamente, maiores valores em função de suas características ambientais/florestais.

No Quadro 2, verifica-se que a classe Área de Restauração Florestal (ARF) apresentou a maior área. A menor porcentagem encontra-se na classe Floresta de Preservação Permanente (FPP), ou seja, regiões onde o uso da terra deveria ser predominantemente florestal. São áreas que necessitam da proteção adequada dos solos.

QUADRO 2: Área (ha) e cálculo das porcentagens (%) para as Classes de Zoneamento Florestal.

Classe de Zoneamento Ambiental/Florestal	Área (ha)	%
FPP	4039,71	3,83
FCP	12922,33	12,26
ARF	44455,56	42,19
FUC	36573,34	34,71
AUO	7384,03	7,01
Total	105374,97	100,00

Zoneamento Florestal

A Carta de Zoneamento Florestal da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Soturno encontra-se na Figura 2, observando-se as seguintes distribuições das classes:

*** Floresta de Preservação Permanente (FPP):**

A FPP encontra-se distribuída em áreas declivosas, portanto, são recomendadas para a preservação e manutenção da vida humana, da flora, da fauna silvestre e dos recursos hídricos locais. Estas áreas, por estarem em altos declives, são recomendadas para completar os florestamentos, pois não há meios de trabalhar com máquinas, portanto necessita de mão-de-obra e de investimentos altos. Tais áreas possuem espécies florestais que devem ser preservadas.

*** Floresta de Conservação Permanente (FCP):**

Por estarem em zonas menos declivosas que as FPP, as FCP já permitem trânsito, mas que este seja para uso de veículos de pequeno porte. A conservação permanente destas florestas permite seu uso para o turismo, lazer, recreação, educação ambiental, esportes diversos, trilhas ecológicas, visitação às cachoeiras, grutas, etc.. Com isso a área estará sendo conservada pelos moradores da Sub-bacia, melhorando a sua qualidade de vida através do eco-turismo local, que prevê a conservação destas áreas, o que está comprovado pelo presente Zoneamento Florestal.

*** Área de Restauração Florestal (ARF):**

São áreas desmatadas e possuem a vocação para florestas e também para o melhoramento das já existentes no sentido de restaurar com enriquecimento de espécies nativas indicadas para a região ou de espécies florestais exóticas, quando recomendada por um técnico capacitado e habilitado para os devidos fins. Atualmente possui grande percentual agrícola e áreas de pastagem. Deve ser restaurada, pelo menos em parte, para FCP.

*** Floresta de Uso Comercial (FUC):**

Esta classe foi recair em uma área de certo modo declivosa, onde existe impacto ambiental causado pela agricultura e pecuária. Os resultados mostraram que esta área é recomendada para o florestamento de uso comercial, pois assim, irá ajudar na preservação das nascentes e cabeceiras dos rios e, conseqüentemente, haverá um aumento da infiltração da água no lençol freático e melhoria da qualidade de água na área em estudo. Atualmente, esta área está muito deteriorada, com excessivo uso da terra, pela agricultura. Nas condições atuais é mais indicada para Florestas de Uso Comercial, conforme determinado pela metodologia.

A definição e recomendação desta classe é muito importante, pois nesta área é, evidentemente, mais ecológico e rentável plantar floresta que agricultura.

*** Área de Uso e de Ocupação (AUO):**

Esta área é recomendada para agricultura, pastagem e ocupação humana, porque já são áreas exploradas, desmatadas e atualmente com uma ação antrópica ativa. É preferível que não sejam ocupadas outras áreas com esta

classe, pois aumentará a deterioração local, comprometendo o seu uso sustentável. Deve-se preservar e conservar áreas nobres, que possuem florestas e água, para que se possa manter o equilíbrio e melhorar a qualidade de vida dos moradores desta Sub-bacia, como é o caso das áreas de preservação e conservação florestais.

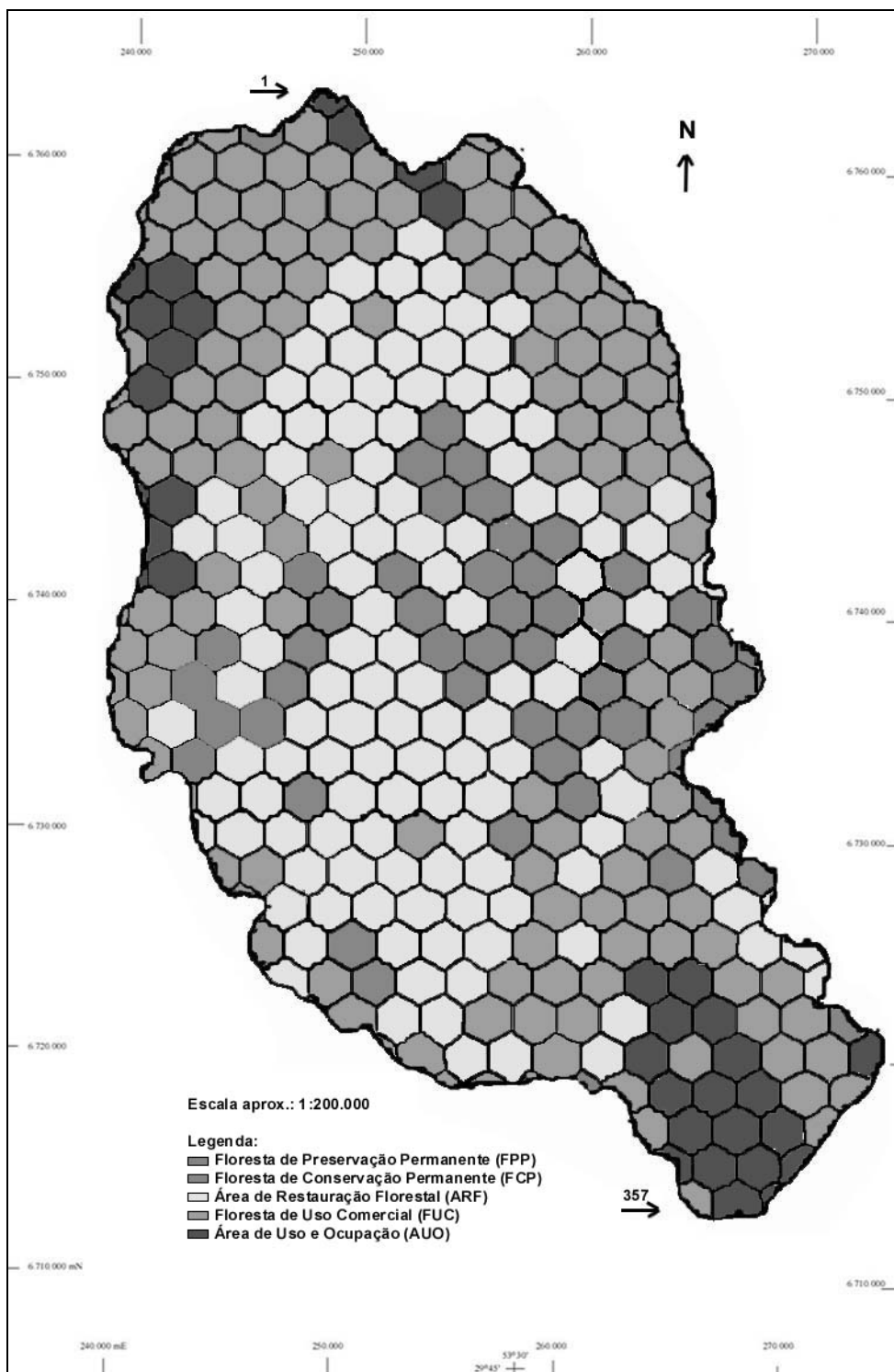


FIGURA 2: Zoneamento Florestal da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Soturno (RS).

CONCLUSÕES

Conclui-se que a metodologia desenvolvida com aplicação em área-piloto (Sub-bacia Hidrográfica do Rio Soturno – RS) - baseada na Lei nº 9.985, de 18 de junho de 2000, que instituiu o SNUC e define, no seu art. 2º, Uso Sustentável, Zoneamento e Plano de Manejo Florestal - encaixa-se na questão do desenvolvimento florestal sustentado, uma vez que estabelece classes (zonas) destinadas a: Floresta de Preservação Permanente, Floresta de Conservação Permanente, Área de Restauração Florestal, Floresta de Uso Comercial e Área de Uso e de Ocupação.

Assim procurou-se aplicar a sustentabilidade, através do Zoneamento, que é considerado uma ferramenta para um plano de manejo, como é sugerido em um dos princípios do Conselho de Manejo Florestal (FSC) que visa incentivar o manejo correto das florestas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrosuisse – Serviços Técnicos Agropecuários Ltda.. **O desafio da conservação dos recursos florestais na Amazônia**. Planeta orgânico. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/meioamaz1.htm>>. Acesso em: 24 de abr. 2002.

BERTONI, J. & NETO LOMBARDI, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.

MAESTRI, R. **Relatório de visita internacional**. Chile: Pisa Florestal, 1993.

ROCHA, J. S. M. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria: UFSM, 1997. 446p.

SCHNEIDER, P. R. & FINGER, C. A. **Manejo sustentado de florestas inequiâneas heterogêneas**. Santa Maria: UFSM, 2000. 195p.

SILVA, A. B., CARNEIRO, C. M. R. **Determinação de parâmetros através de aerofotos verticais para estudo de bacias hidrográficas**. Santa Maria, 1976. não paginado, mimeografado.

COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM, RELÁSCOPIA E ÁREA FIXA, APLICADOS NO INVENTÁRIO DE UMA FLORESTA DE *Eucalyptus* spp., NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA, RS.

COMPARISON OF THE METHODS FIXED AREA AND RELASCOPIE IN RELATION THE EFFICIENCY, IN THE FOREST INVENTORY OF *Eucalyptus* spp. IN THE COUNTY OF SANTA MARIA (RS).

Daniel Brondani Ilha¹ Flávio Hoelscher da Silva² Fabio Luiz Fleig Saidelles³ Luis Henrique da Silva⁴

RESUMO

O presente trabalho, teve por objetivo comparar a eficiência relativa dos métodos de área fixa e relascopia aplicados no inventário de uma floresta de *Eucalyptus* spp., admitindo erro máximo de 10% da média, com 95 % de probabilidade de confiança. Os resultados mostraram ser mais eficiente o inventário conduzido com unidades amostrais de área fixa. O método de relascopia alcançou 85 % de eficiência em relação ao de área fixa. Para que a precisão fixada fosse atingida foi necessária a amostragem de 14 pontos pelo método de área fixa, totalizando 1059 minutos, enquanto que no método de relascopia houve necessidade de se amostrar 29 pontos, totalizando 1253 minutos.

Palavras-chave: Inventário florestal, métodos de amostragem, *Eucalyptus* spp.

ABSTRACT

In this work it was compared the sampling method of fixed area and relascopie, across the canon of relative efficiency. The study was realized in *Eucalyptus* spp. forest for a maximum error admitted of 10% of medium volume and 95 % of probability. The results showed to be more efficient the inventory conducted with sample units of fixed area; while the relascopie method reached 85 % of efficiency in the relation by the of fixed area. Have been rising, respectively, 14 and 29 units of samples, and totalizing 1059 and 1253 minutes to reach the fixed precision.

Key words: Forest inventory, sampling, *Eucalyptus* spp.

INTRODUÇÃO

O conhecimento de dados quantitativos e qualitativos sobre os recursos florestais, fundamenta a tomada de decisões referentes a sua administração e planejamento. Atualmente, com aumento da demanda por produtos de origem florestal, advindo dos avanços tecnológicos, da continua industrialização e do crescimento demográfico, exige-se maior eficiência na coleta destas informações.

Desta forma, a avaliação precisa e eficiente dos povoamentos florestais é decisiva para que as ações silviculturais e de exploração sejam aplicadas de forma, técnica e economicamente adequadas aos objetivos de manejo destes recursos.

As informações dendrométricas são obtidas através do inventário florestal, fazendo uso das técnicas de amostragem. Assim, torna-se importante investigar para o tipo florestal específico, os métodos e processos de amostragem que permitam reduzir o custo do inventário, o qual é diretamente influenciado pelo tempo de medição.

Neste contexto, este trabalho teve por objetivo comparar os métodos amostrais de área fixa e de relascopia, analisando o tamanho da amostra e o tempo de coleta dos dados a campo em um povoamento de *Eucalyptus* spp.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os dados volumétricos da floresta ou para qualquer outra variável dendrométrica, podem ser obtidas por procedimentos de amostragem ou pela enumeração total das árvores. Mas, segundo Péllico Netto & Brena (1997), como

¹ Engº Florestal e Economista pela UFSM. dilha@ibest.com.br

² Acadêmico do curso de Engenharia Florestal. Departamento de Ciências Florestais/CCR/UFSM. E-mail: hoelscher@bol.com.br

³ Engº Florestal, M. Sc. Pesquisador da FEPAGRO, doutorando pelo PPGEF - UFSM.

⁴ Engº Florestal, mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, da UFSM; Prof. Subst. da Disciplina de Inventário Florestal da UFSM.

as populações florestais são extensas uma abordagem de 100% dos indivíduos da população não se justifica, pois demanda muito tempo e alto custo para a sua realização.

O processo de amostragem surge como uma alternativa para a redução do tempo no inventário, pois conforme Husch *et al.*, *apud* Péllico Netto & Brena (1997), consiste na observação de uma porção da população para se obter estimativas representativas do todo, com alta precisão e custo reduzido.

A intensidade de amostragem, de acordo com Péllico Netto & Brena (1997), pode ser fixada em função do tempo disponível para a sua realização, ou pelos recursos financeiros, humanos e materiais existentes, não sendo possível neste caso fixar o erro de amostragem requerido, podendo ser maior ou menor dependendo da característica da floresta.

De acordo com De Cesaro *et al.* (1994), a amostragem de uma população pode ser realizada segundo vários métodos, entre eles o de área fixa e de relascopia, os quais devem ser aplicados de acordo com as características inerentes a população, no intuito de se obter maior precisão, aliado a um custo menor.

O método de área fixa, conforme Péllico Netto & Brena (1997), é o mais antigo e conhecido método de amostragem. A seleção dos indivíduos é feita proporcionalmente a área da unidade e em consequência pela frequência dos indivíduos que nela ocorrem. Já no método de relascopia desenvolvido por Bitterlich em 1948, a unidade amostral possui área variável, na qual a seleção das árvores que compõem a unidade de amostra é de probabilidade proporcional ao seu tamanho.

A forma e o tamanho da unidade amostral também influem na eficiência do inventário. Normalmente estas, são decididas pela praticidade e operacionalidade de sua execução a campo, bem como, sua relação com os custos. Husch *et al.*, *apud* De Cesaro *et al.* (1994), mencionam que em povoamentos homogêneos a precisão de amostragem tende a ser maior com o emprego de unidades pequenas, por outro lado em povoamentos heterogêneos, unidades pequenas produzem coeficientes de variação altos, sendo necessário então unidades maiores. Kramer & Akça, *apud* De Cesaro *et al.* (1994), apontam também, que o aumento da área da unidade amostral leva a uma redução de variância entre as unidades e a um menor número de unidades, para um erro de amostragem fixado, quando comparado a unidades menores. Por outro lado, unidades amostrais muito grandes perdem representatividade devido ao baixo número e ainda mostram rápido aumento no custo de medição e instalação.

Em relação ao formato das unidades amostrais, Prodan, *apud* Péllico Netto & Brena (1997), afirma que as unidades circulares ganham eficiência, do ponto de vista da unidade em si, porque entre todas as formas possíveis, considerando-se a mesma área, às circulares são as que apresentam menor perímetro e, conseqüentemente, minimizam o problema de árvores marginais.

Para comparar a eficácia de três métodos de amostragem em um determinado tipo florestal, De Cesaro *et al.* (1994), se basearam no método da eficiência relativa, apresentado por Husch *et al.*, *apud* Pellico Netto & Brena (1997). Neste, o erro padrão, o custo e/ou o tempo de mensuração, são as variáveis utilizadas para comparar unidades amostrais de diferentes formas e tamanhos. Esta relação é expressa por:

$$e = \frac{(S_{x1})^2 * t_1}{(S_{x2})^2 * t_2}$$

Onde: e = eficiência relativa; S_{x1} = erro padrão em porcentagem para o tamanho da unidade de amostra a ser comparada; S_{x2} = erro padrão em porcentagem para o outro tamanho da unidade de amostra; t_1 = custo ou tempo para o tamanho e forma de referência; t_2 = custo ou tempo para outro tamanho e forma.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área

O experimento foi instalado no Centro de Pesquisa Florestal, da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), situado no município de Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul, entre as latitudes de 29°30' e 29°45' Sul e as longitudes de 54° e 54°15' a oeste de Greenwich.

O povoamento estudado apresenta área de 5,87 ha e idade aproximada de 30 anos. É composto por três espécies *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus botryoides*, *Eucalyptus urophylla*, além de apresentar sub-bosque parcialmente adensado em alguns pontos, em consequência do maior espaçamento decorrente do corte irregular de algumas árvores, o que confere ao povoamento certa heterogeneidade.

Segundo Moreno (1961), de acordo com a classificação climática de Köepen, predominam na região o tipo de clima cfa, clima subtropical, úmido, sem estiagem. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio oscila entre 13° e 18°C. as temperaturas médias anuais ficam compreendidas entre 10° e 22°C.

Os solos encontrados na área em estudo pertencem predominantemente as Unidades de Mapeamento Santa Maria e São Pedro, classificados respectivamente como Alissolo Hipocrômico argilúvico típico e Argissolo vermelho distrófico arênico.

Os alissolos são solos medianamente profundos a profundos, possuem drenagem imperfeita a boa. Apresentam baixa fertilidade química e elevada toxidez de Al para as culturas, ocupando relevo suave ondulado a ondulado, associado com solos pertencentes à classe argissolo. Estes, geralmente são solos profundos, avermelhados, friáveis, bem drenados e com textura superficial arenosa, sendo muito suscetíveis à erosão. São ácidos, de baixa, a média saturação de bases e pobres em matéria orgânica e nutrientes essenciais as plantas (Streck *et al.*, 2002).

Inventário Florestal

A área da floresta inventariada foi determinada topograficamente pelo método de caminhamento perimétrico, utilizando teodolito (modelo WILD T1).

O inventário florestal foi realizado utilizando o procedimento de amostragem aleatória simples, repetido sobre a população duas vezes, respectivamente, para o emprego das unidades amostrais de área fixa e relascopia.

As unidades amostrais, para cada um dos levantamentos, foram distribuídas de forma aleatória sobre o mapa do povoamento através do sistema de coordenadas e tabelas de números aleatórios, com o auxílio do software Campeiro 4.0. Os pontos foram localizadas no povoamento com auxílio de bússola e trena.

A fim de garantir condições que permitam comparar o tempo total gasto para a realização do inventário florestal foi admitido erro máximo de 10% do volume médio por hectare, com grau de confiança de 95% de probabilidade para os dois métodos testados.

As unidades amostrais de área fixa, apresentaram forma circular, e foram demarcadas a partir do centro da unidade, com raio de 13,82m, perfazendo uma área total de 600 m². As unidades relascópicas, por sua vez, foram medidas utilizando a banda 2, no relascópio de Bitterlich, para incluir ou excluir indivíduos nas unidades amostrais.

Os dados coletados nas unidades amostrais de área fixa e variável, foram o DAP (diâmetro a 1,30m do nível médio do solo) de todas as árvores do gênero *Eucalyptus*, com diâmetro superior ou igual a 7cm, medido com auxílio de suta diamétrica com precisão de 0,5cm, além da altura de todas as árvores utilizando o hipsômetro digital Vertex.

Com o objetivo de comparar o tempo necessário para a realização do inventário florestal, através dos métodos de área fixa e relascopia, foram cronometrados os tempos totais de instalação e de medição do DAP e da altura das árvores.

O volume das árvores das unidades amostrais de área fixa foram obtidos através da fórmula $V = g \times h \times f$. Onde: V = volume da árvore em m³; g = área transversal da árvore em m²; h = altura em metros e f = fator de forma artificial (igual a 0,5). O volume de cada unidade foi obtido pelo somatório dos volumes individuais das árvores medidas.

Nas amostras com contagem angular o volume foi determinado pela relação $V = k \times h \times f$. Onde: k = constante angular da banda 2; h = altura da árvore; f = fator de forma artificial (igual a 0,5). O volume por hectare foi obtido pelo somatório dos volumes representados pelas árvores contadas, conforme o apresentado por Finger (1992).

Os volumes das unidades de amostra foram calculados independentemente para cada uma delas e para cada um dos métodos de amostragem.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 01 mostra o número de unidades amostrais, o número total de árvores amostradas, e os tempos, totais e médios correspondentes ao tempo gasto para a instalação e medição dos dados dendrométricos (altura e DAP) dentro das unidades amostrais, em cada método de amostragem.

TABELA 01: Tempos médios e totais, em minutos gastos, para os métodos amostrais de área fixa e relascopia.

Método amostragem	Nº de unidades amostrais	Nº total de árv. Amostradas	Tempo total em minutos	Tempo médio em minutos por u.a.
Área fixa	14	467	1059	75,6
Relascopia	29	483	1253	43,2

Apesar do método de relascopia apresentar um tempo médio de medição por unidade amostral menor em relação ao método de área fixa, o maior número de unidades amostrais necessárias para atingir a precisão desejada, fez com que este, se tornasse menos eficiente. Pode-se afirmar também, que a diferença no tempo total entre os dois métodos não se deu pelo tempo de medição, mas sim, provavelmente pelo tempo de instalação das unidades amostrais.

A presença de sub-bosque adensado pode ter interferido de forma negativa, principalmente no método de relascopia, elevando assim, o tempo necessário para instalação das unidades amostrais.

Na Tabela 02, são apresentados os números de unidades amostrais, o volume médio em m³/ha, o coeficiente de variação percentual entre estas médias, o erro padrão relativo percentual, o tempo total para execução do inventário e a eficiência calculada em relação ao método de amostragem de área fixa.

Como apresentado na Tabela 02, o método de área fixa apresentou a maior eficiência, principalmente pelo menor tempo total gasto no inventário, pois o erro padrão relativo pouco influenciou na determinação da eficiência.

TABELA02: Eficiência relativa entre o método de relascopia em relação ao método de área fixa.

Método amostragem	Nº u.a.	Volume médio m³/ha	C.V. (%)	Erro padrão relativo (%)	Tempo total (min.)	Eficiência
Área fixa	14	508.3	18.53	4.58	1059	1.00
Relascopia	29	460.0	24.58	4.56	1253	0.85

O método de relascopia apresentou apenas eficiência de 85 % quando comparado com o de área fixa, e provavelmente, este valor tenderia a diminuir caso fosse acrescido também ao cálculo da eficiência, o tempo requerido para localização das unidades amostrais.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que o emprego de unidades de área fixa proporcionou, o menor tempo total do inventário, bem como o menor número de unidades amostrais, para a precisão desejada, em relação ao método de relascopia.

Constatou-se também, que a maior eficiência foi obtida nas unidades de área fixa, em função destas abrangerem maior variabilidade da população em cada unidade amostral, o que determina menor número de unidades amostrais para a precisão fixada, reduzindo o tempo de inventário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE CESARO, A.; ENGEL, O.A.; FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R. Comparação dos métodos de amostragem de área fixa, relascopia, e de seis árvores, quanto a eficiência no inventário florestal de um povoamento de *Pinus* sp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.4, .1, p.97-108, 1994.

FINGER, C.A.G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269 p.

FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R.; NARVAES, I.S.; ESBER, L.M.; CASSOL, L.F. Comparação entre os hipsômetros Vertex e Blume-Leiss quanto ao tempo gasto na determinação da altura de árvores. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2, 2001, Santa Maria, RS. **Anais...**Santa Maria, RS: UFSM. CCR. PPGEF, p.579-588, 2001.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Oficinas Gráficas da Secretária da Agricultura – RS, 1961. 34p.

PÉLLICO NETTO, S; BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba, 1997. 316 p.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002. 108 p.

USO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS COM SOLO NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL DE MUDAS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* ST. HILL.)

USE OF ALTERNATIVE SUBSTRATA WITH SOIL IN THE DEVELOPMENT
INITIAL OF SEEDLINGS OF MATÉ (*Ilex paraguariensis* ST. HILL.)

Delmar Santin¹ Igor Poletto¹ Juarez Martins Hoppe² Denise Ester Ceconi¹ Mauro Valdir Schumacher³

RESUMO

Como ainda hoje, um dos grandes entraves para a produção de mudas de erva-mate de qualidade é a falta de um substrato específico para a espécie. Assim presente trabalho tem por objetivo analisar o desenvolvimento inicial de mudas de erva-mate, em diferentes misturas de substratos e solo. O experimento foi instalado no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria - RS. As sementes, após passar pelo processo de estratificação, foram semeadas em sementeira. Quando estas atingiram 5cm de altura, foram transferidas para vasos com volume de 3dm³ e mantidas em ambiente de viveiro. O primeiro mês com 30% de insolação e depois 70% até o final do experimento. Foram avaliados: diâmetro do colo, altura, massa seca radicular e massa seca aérea. Os tratamentos foram compostos pela mistura de: solo, bagaço de cana decomposto e esterco de gado curtido, respectivamente nas seguintes proporções de mistura: Foi conduzido em Delineamento Bloco ao Acaso, com 5 tratamentos: T1- 100% solo (testemunha), T2- 90% solo + 10% de bagaço de cana decomposto, T3- 90% solo + 10% de casca de pinus, T4- 90% solo + 10% de vermicomposto e T5- 90% solo + 10% de esterco de gado curtido, em 10 repetições cada tratamento.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*, mudas, substrato, viveiro.

ABSTRACT

As still today, one of the great impediments for the production of seedlings of quality mate is the lack of a specific substratum for the species. Like this present work has for objective to analyze the initial development of mate seedlings, in different mixtures of substrata and soil. The experiment was installed in the Forest Nursery of the Department of Forest Sciences of Santa Maria's Federal University - RS. The seeds, after passing for the bedding process, they were sowed in sowing. When these reached 5cm of height, they were transferred for vases with volume of 3dm³ and maintained in nursery atmosphere. The first month with 30% of heatstroke and later 70% until the end of the experiment. They were appraised: diameter of the lap, height, mass dries radicular and mass dries aerial. The treatments were composed by the mixture of: I sole, cane pulp decomposed and manure of tanned cattle, respectively in the following mixture proportions: it was driven in Delineamento Bloco at random, with 5 treatments: T1 - 100% sole (he/she testifies), T2 - 90% sole + 10% of cane pulp decomposed, T3 - 90% sole + 10% of pinus peel, T4 - 90% sole + 10% of vermicomposto and T5 - 90% sole + 10% of manure of tanned cattle, in 10 repetitions each treatment.

Key words: *Ilex paraguariensis*, seedlings, substratum, nursery.

INTRODUÇÃO

A extração da erva-mate é uma das atividades econômicas mais antigas da Região Sul do Brasil. Por ser uma espécie nativa encontrada com grande frequência, principalmente nas Matas de Araucária, não houve preocupações na busca de conhecimentos de sua silvicultura (Da Croce *et al.* 1994).

Também conforme os mesmos autores, recentemente verificou-se uma diminuição das áreas produtoras de erva-mate, em função do avanço das culturas agrícolas na região.

Grande maioria das mudas de erva-mate são produzidas utilizando-se solo como substrato. Este é retirado de barrancas de rios, da serapilheira retirada das matas nativas ou retirado da camada mais fértil da lavoura (horizonte A). Deste modo, este processo causa grande impacto ambiental.

¹ Acadêmicos do Curso de Graduação em Engenharia Florestal. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). E-mail: delmar1@bal.com.br

² Eng. Florestal, Dr. Professor do Departamento de Ciências Florestais, CCR – UFSM.

³ Eng. Florestal, Dr. nat. techn., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, CCR - UFSM.

³ Eng. Florestal, Dr. Professor do Departamento de Ciências Florestais, CCR – UFSM.

Nas margens dos rios as escavações para retirada de solo, favorecem o início da erosão através de enxurradas assoreando o leito dos rios.

Na mata nativa e nas lavouras, a retirada da camada superficial, deixa o solo sem cobertura vegetal favorecendo a ação do impacto das gotas da chuva, dando início à erosão hídrica.

O objetivo deste experimento é analisar diferentes tipos de substratos alternativos para a produção de mudas de erva-mate.

REVISÃO DE LITERATURA

O sistema extrativista utilizado no início do ciclo da erva-mate desencadeou uma instabilidade econômica para a cultura e, gerou uma escassez nos conhecimentos necessários para a sua produção. Produtores, órgãos de pesquisa e indústria estão empenhados para tornar o produto mais competitivo no mercado. A produção de mudas de erva-mate é um processo demorado que segue uma seqüência de atividades interligadas, como: obtenção das sementes, estratificação, semeadura, germinação, substrato, recipientes utilizados, repicagem das mudas, cuidados básicos após a repicagem, etc. (Andrade, 1999).

Segundo Moselo apud Ferron (2000), os proprietários rurais consideram a altura como principal fator de qualidade das mudas, mas não a relacionam com o tamanho dos recipientes (embalagens). Isso confirma que seguidamente os mateicultores compram mudas grandes com recipientes pequenos. Adquirindo - as com raízes atrofiadas, já cachimbadas e enoveladas, resultando em mortalidade, estagnação ou retardamento do crescimento e baixa produção.

Mcgilvray & Barnett (1981), mediram no viveiro, a altura das mudas, diâmetro do colo, peso das raízes, peso da parte aérea e correlacionaram estes parâmetros com o desempenho no campo. Destas características, a altura foi a que mais fortemente correlacionou-se com o desempenho. Ressaltam, contudo, que a combinação da altura com outros parâmetros, deve ser levado em conta, na avaliação de mudas produzidas em diferentes tipos de recipientes, condições ambientais e técnicas de produção.

Carneiro (1995), baseado em muitos experimentos e observações, que há limites no crescimento em altura das mudas em viveiro, acima e abaixo dos quais, o desempenho não é satisfatório, depois de plantadas a campo. O diâmetro do colo também se deve levar em conta e, que seja mínimo para cada espécie sendo compatível com a altura. As raízes dão suporte à massa verde produzida, por isso deve ter um farto desenvolvimento, em consequência do substrato usado do tamanho dos recipientes e da qualidade das sementes. O diâmetro do colo constitui-se no principal parâmetro para definir a qualidade das mudas, e que, existe uma estreita relação com a sobrevivência à campo.

Outro parâmetro para avaliação da qualidade de mudas é a relação entre peso seco aéreo/peso seco radicular. Räsänen(1972) comenta que a relação adequada da muda entre a parte radicular é de 1/3 a 1/5, além das mesmas serem densas.

Carneiro (1995) através de experimentos estudou o comportamento de mudas de *Pinus taeda*, verificou que o quociente entre o peso seco aéreo/peso seco das raízes ficou entre 2,12 e 2,87. No entendimento do autor o cálculo da porcentagem de raízes é um parâmetro pouco confiável. O peso de massa seca radicular tem valor muito pequeno, pois, mesmo tendo nas mudas um grande número de raízes finas, com alta quantidade de pêlos absorventes, o peso final das mesmas é quase desprezível. Do ponto de vista fisiológico, este tipo de raízes, têm fundamental importância na sobrevivência e crescimento das mudas. Assim, deve-se atribuir maior importância às raízes, sob o aspecto fisiológico, comparativamente a sua importância como parâmetro morfológico.

Para o mesmo autor, o substrato usado para produção de mudas, deve fornecer condições para o enraizamento, suporte estrutural da parte aérea e fornecer os nutrientes necessários à nutrição da muda.

Carneiro (1995) citando (Warketin, 1964), diz que as características físicas que o substrato deve oferecer são: rápida drenagem do excesso de água; alta resistência à compactação e ótimas proporções de ar e umidade, após drenagem natural.

Já Da Croce & Floss (1999), sugerem como substrato para produção de mudas de erva-mate solo de Horizonte B, misturado com 15 a 20% de areia quando este apresentar teor de argila acima de 40%, além da adubação mineral de acordo com a necessidade, a partir da análise do solo.

O objetivo da presente pesquisa é avaliar a influência de diferentes substratos misturados com solo, no desenvolvimento inicial de mudas de erva-mate *Ilex paraguariensis* St. Hill, em ambiente de viveiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro Tecnológico de Silvicultura do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria – RS. As sementes de erva-mate foram colhidas de plantas adultas e vigorosas, em boas condições de produção de sementes, no município de Anta Gorda – RS.

As sementes foram lavadas e colocadas para secar a sombra por 2 semanas. Depois de secas foram colocadas para estratificação, misturadas com terra fina na proporção de 5:1, terra e semente respectivamente, colocadas em uma caixa de madeira, mantendo sempre umidade constante por 5 meses. Em julho, foram semeadas em sementeira, com uma mistura de areia e terra fina, a mais ou menos 0,5 cm de profundidade e sombreamento de 50%. Dois meses depois,

quando as mudas atingiram 5cm de altura foram repicadas para os vasos e mantidas em casa de vegetação com 30% de luminosidade no primeiro mês, nos meses seguintes até o final do experimento, 75% de luminosidade, sempre com umidade constante.

O substrato utilizado foi à mistura de: solo, bagaço de cana decomposto, casca de pinus, vermicomposto e esterco de gado curtido respectivamente nas seguintes proporções de mistura: T1- 100% solo (testemunha), T2- 90% solo + 10% de bagaço de cana decomposto, T3- 90% solo + 10% de casca de pinus, T4- 90% solo + 10% de vermicomposto e T5- 90% solo + 10% de esterco de gado curtido, em 10 repetições cada tratamento.

O solo usado na mistura do substrato era do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo coletado na camada superficial (0-20 cm), o qual foi destorroado, homogeneizado, seco ao ar, passado em peneira de 2 mm e posteriormente analisado quimicamente no Laboratório Central de Análises de solo da UFSM (Tabela 1).

TABELA 1: Análise química do solo utilizado na mistura do substrato.

Elementos	Quantidades
M.O.(%)	4,3
Argila (%)	27,0
pH (H ₂ O)	4,6
P* (mg L ⁻¹)	2,5
K* (mg L ⁻¹)	34,0
Ca (cmol _c L ⁻¹)	2,1
Mg (cmol _c L ⁻¹)	0,6
Al (cmol _c L ⁻¹)	2,7

Sendo: *Extrator Mehlich I.

O experimento foi conduzido em Delineamento Blocos ao Acaso, com cinco tratamentos e dez repetições de cada tratamento. Durante o experimento, após o processo de pega das mudas, a cada três semanas foi feito rodízio das mudas para evitar qualquer influência do meio.

Ao final do experimento, que teve duração de 9 meses depois da repicagem, as mudas foram avaliados em seu diâmetro do colo, altura, biomassa seca radicular, biomassa seca aérea, biomassa total e biomassa aérea/radicular. Os dados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que os valores obtidos nas medições das mudas nos diferentes tipos de substrato apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos de acordo com análise da variância.

Como o fator avaliado é quantitativo, comparou-se as médias dos tratamentos, diferentes misturas de substrato, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, Quadro 01.

QUADRO 01 – Média dos tratamentos e parâmetros avaliados, submetidos ao teste de Tukey.

Altura (cm)		Diâmetro (mm)		Biomassa Radicular (g)		Biomassa Aérea (g)		Biomassa Total (g)		Biomassa aérea/radicular	
Trat.	Médias	Trat.	Médias	Trat.	Médias	Trat.	Médias	Trat.	Médias	Trat.	Médias
T5	61,0a	T2	8,75a	T4	5,82a	T4	15,47a*	T4	21,29a*	T3	2,14a*
T4	53,5 b	T4	7,80 b	T5	4,67 b	T5	15,19a	T5	19,86a	T2	2,34a
T2	40,0 c	T5	6,95 c	T2	4,17 b	T2	09,76 b	T2	13,93 b	T1	2,42ab
T1	37,4 cd	T1	6,50 c	T1	3,36 c	T1	08,09 c	T1	11,44 c	T4	2,66 b
T3	33,6 d	T3	6,45 c	T3	3,33 c	T3	07,11 c	T3	10,43 c	T5	3,27 c

Obs.: Médias não seguidas de mesma letra diferem-se pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Pelos dados apresentados acima, conclui-se que para a variável Altura, o tratamento T5- 90% solo + 10% de esterco de gado curtido, teve o melhor desempenho, seguido pelos tratamentos T4- 90% solo + 10% de vermicomposto e T2- 90% solo + 10% de bagaço de cana decomposto. Os tratamentos T1- 100% solo (testemunha) e T3-90% de solo e 10% de casca de pinus demonstraram pouca eficiência.

O tratamento que mais se destacou na variável Diâmetro foi o T2- 90% solo + 10% de bagaço de cana decomposto, seguido pelos tratamentos T4- 90% solo + 10% de vermicomposto e T5- 90% solo + 10% de esterco de gado curtido. Para esta variável os tratamentos T1- 100% solo (testemunha) e T3-90% de solo e 10% de casca de pinus demonstraram pouca eficiência.

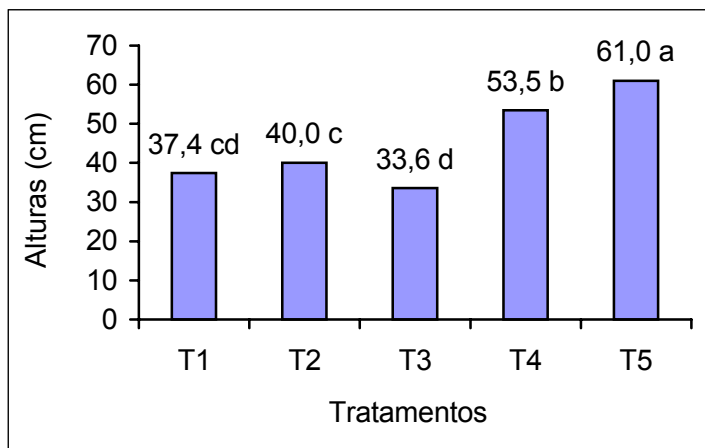


FIGURA 01 – Comparação da variável Altura(cm) entre os tratamentos.

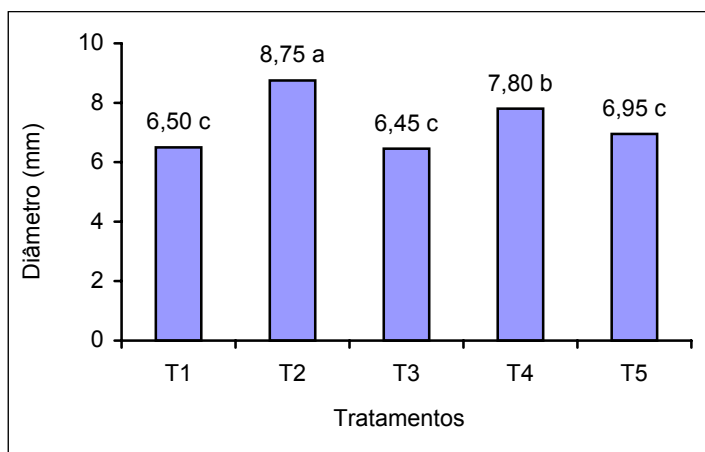


FIGURA 02 – Comparação da variável Diâmetro(mm) entre os tratamentos.

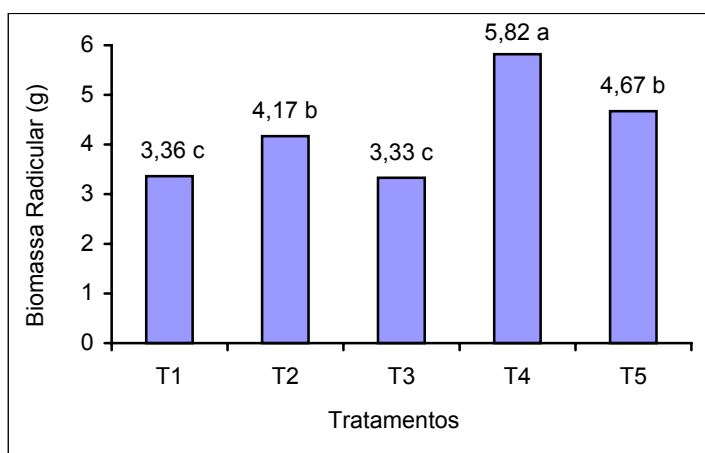


FIGURA 03 – Comparação da variável Biomassa Radicular(g) entre os tratamentos.

Observou-se que nas variáveis: Biomassa Radicular, Biomassa Aérea e Biomassa Total destacou-se o tratamento T4- 90% solo + 10% de vermicomposto e seguido pelos tratamentos T5- 90% solo + 10% de esterco de gado curtido e T2- 90% solo + 10% de bagaço de cana decomposto. Os tratamentos T1- 100% solo (testemunha) e T3-90% de solo e 10% de casca de pinus demonstraram pouca eficiência.

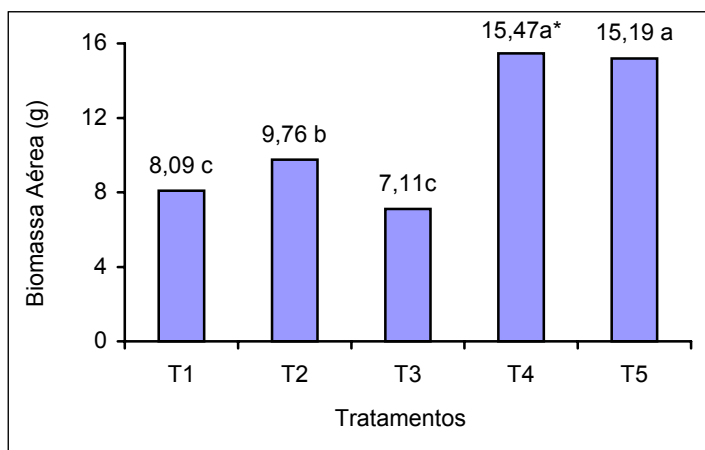


FIGURA 04 – Comparação da variável Biomassa Aérea (g) entre os tratamentos.

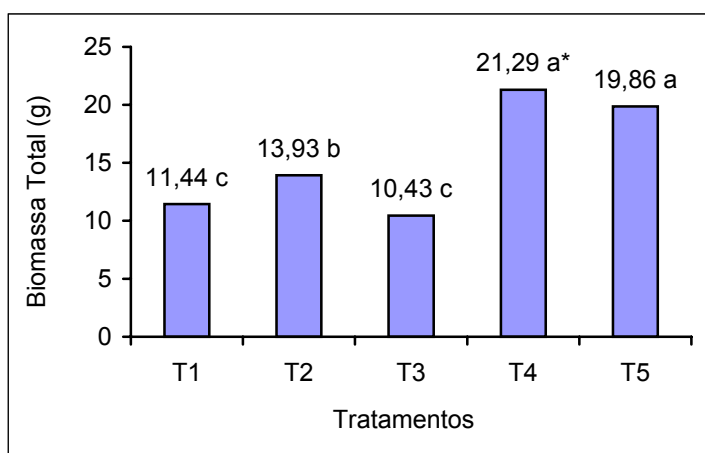


FIGURA 05 – Comparação da variável Biomassa Total(g) entre os tratamentos.

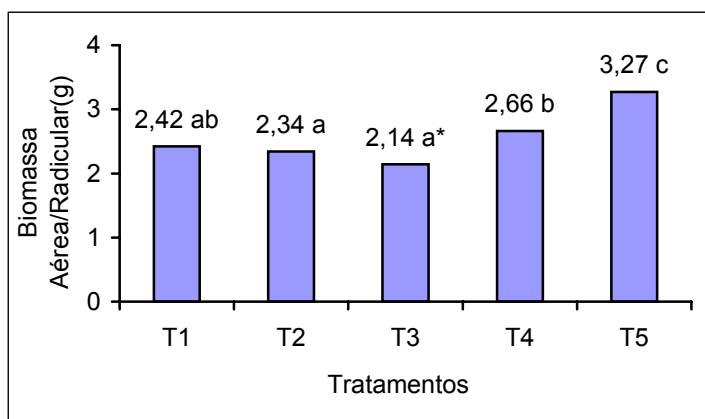


FIGURA 06 – Comparação da variável Biomassa Aérea/Radicular(g) entre os tratamentos.

Para a variável Biomassa Aérea/Radicular o tratamento T3-90% de solo e 10% de casca de pinus demonstrou melhor relação. Os tratamentos T2, T1 e T4 também se mostraram eficientes. Já a eficiência do tratamento T5 ficou baixa do desejado.

Através destes dados observou-se que bagaço de cana decomposto, esterco de gado curtido e principalmente o vermicomposto, possuem grande potencial para serem utilizados juntamente com solo como substrato na produção de mudas de erva-mate. Nos tratamentos: T4, T5 e T2 as mudas de erva-mate apresentaram boas características morfológicas (coloração da folha verde escura, bom crescimento, diâmetro do colo expeço e sistema radicular bem

distribuído) e fisiológicas (boa massa seca radicular e foliar e fitossanidade). Os substratos têm boa capacidade de absorção e retenção de água, bem como de fornecer nutrientes para a muda.

A casca de pinus somente se mostrou eficiente quando o índice de qualidade da muda for a relação peso seco aéreo/peso seco radicular para a produção de mudas de erva-mate.

Embora se obteve bons resultados neste experimento, recomenda-se fazer novas pesquisas com menores porcentagens de solo e maiores porcentagens de vermicomposto, esterco de gado curtido e bagaço de cana decomposto, pois apresentam um bom potencial a ser explorado.

CONCLUSÃO

Após o encerramento das pesquisas conclui-se que:

- O melhor tratamento foi o composto pelo substrato T4- 90% de solo e 10% de vermicomposto.
- Os tratamentos T5, T2 e T1 apresentaram os três índices médios respectivamente em todos as variáveis avaliadas.
- O tratamento T3-90% de solo e 10% de casca de pinus, somente demonstrou eficiência na variável biomassa aérea/radicular.
- Podemos concluir, que o melhor substrato destes pesquisados para a produção de mudas de erva-mate, depende diretamente da variável que se adota como índice de qualidade das mudas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, F.M. Diagnóstico da cadeia produtiva da erva-mate (*Ilex paraguariensis*), Unicamp, 1999. Disponível em www.unicamp.com.br, janeiro de 2001.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e qualidade de mudas florestais** - Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UNEF, 1995.
- DA CROCE, D.M.; FLOSS, P.A. **Cultura da erva-mate no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1999. 81p.(Epagri. Boletim Técnico, 100).
- DA CROCE, D.M.; HIGA, R.; FLOSS, P.A. **Escolha de fontes de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) para Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1994. 23p.(Epagri. Boletim Técnico, 69).
- FERRON, R. M. **A influência da qualidade de mudas de erva-mate no desenvolvimento de ervais**. In: Anais de 2º Congresso sul-americano da erva mate e 3º Reunião Técnica da erva mate,(2000).
- MCGILVRAY, J. M. BARNETT, J. P. Relating seedling morphology to field performance of containerized southern pines. Separata de: Southern containerized forest tree seed conference (1981, Savannah). **Proceedings**. New Orleans:USDA, For. Serv. Forest Experiment Station, 1981. p. 39 – 46.
- RÄSÄNEN, J., PENTTI, K. **Classification and pricing of seedlings in Finland**. Separata de: Nordicnursery Symposium (1972: Kullaa, Finland). P 1-8.

APLICACIÓN DEL MODELO ZELIG EN EL MANEJO DE UN BOSQUE TROPICAL, RESERVA FORESTAL DE CAPARO, VENEZUELA

ZELIG MODELO APPLIED IN THE MANAGEMENT OF TROPICAL RAINFOREST, RESERVA FORESTAL DE CAPARO, VENEZUELA

Elsa S. Arias Ninán¹

RESUMEN

La estructura y composición florística de los bosques tropicales determina que deban ser objeto de un manejo particularmente adecuado a sus condiciones. Lo que no existe en la práctica internacional, por lo que los modelos de simulación nacidos de otras experiencias deben ser utilizados con especial cuidado. Ese fue el sentido dado a las aplicaciones de manejo de un bosque tropical venezolano, con el propósito de mostrar resultados de regeneración del bosque sometido a diferentes condiciones de explotación. Fue aplicada una parametrización ya antes conocida para el modelo ZELIG, en tres condiciones diferentes, de acuerdo con diferentes tipos de suelos (banco, sub-banco y bajo). Simbolizados como A₁₁, A₁₂ y A₁₃). Al final del proceso de simulación de las condiciones se ha podido observar el comportamiento del área basal, biomasa, densidad total y de árboles con diámetros mayores a 10 cm. Los efectos de la explotación del bosque en las tres condiciones de observación, han provocado una disminución del área basal total de 17%, 22% y 10.8%. También en el número total de individuos se ha reducido en los porcentajes de 11,56, 10,96 y 10,21, respectivamente. Los porcentajes extraídos del área basal facilitan una satisfactoria recuperación del bosque. Se encontraron escenarios que garantizan la recuperación del bosque en relación con el área basal, densidad, biomasa e índice de valor IV200, en ciclos de 100 años. No se consideraron árboles de diámetro pequeño ni tampoco otras formas importantes de vida, por ejemplo, las palmas, cuya densidad poblacional en el bosque estudiado es considerable. Evidentemente con la continuación de los estudios se tendrá una visión más completa de la dinámica del ecosistema.

Palabras claves: Dinámica del bosque tropical, manejo forestal, simulación, ZELIG, Reserva Forestal de Caparo, Venezuela.

ABSTRACT

The structure and forest composition of the tropical rainforests determine that they must be object of a particularly suitable handling. The inexistence of simulation models applicable to tropical rainforests regeneration conditions is the handicap concerning management of tropical rainforest based on international experiences not suitable for the case. A well-known parametrization to the ZELIG model, in three different conditions A₁₁, A₁₂ and A₁₃, obeying different type of soils was applied. It has been observed that the determination coefficients for allometric relations reach values of 0,90, with the exception of the species of *Cecropia peltata*, *Inga sp.* and *Pterocarpus acapulcensis* for which the obtained value was 0,45. At the end of the process of simulation it has been possible to observe the behavior of the basal area, biomass, total density and of trees with D greater than 10 cm during the time. All the three conditions have caused a diminishing of the basal area in terms of 17% in A₁₁, 22% in A₁₂ and 10.8% in A₁₃. Also the number of individuals was reduced in 11,56% for A₁₁, 10,96% for A₁₂ and 10,21% for A₁₃. The extracted percentage of the basal area facilitates a satisfactory recovery of the forest. Some scenes guarantee the recovery of the forest with respect to basal area, density, biomass and index IV200, in cycles of 100 years. Trees of small diameters were not considered, either other important forms of life, for example, the palms, whose population density in the studied forest is considerable. Evidently with the continuation of the studies a more complete vision of the dynamics of the ecosystem will arise.

Key words: Tropical forests dynamics, forest management, simulation, ZELIG, Reserva Forestal de Caparo, Venezuela.

INTRODUCCION

Los bosques tropicales representan una importante riqueza biológica, económica y ambiental. Se caracterizan por poseer un equilibrio dinámico complejo, debido a su estructura y composición florística; de allí que el manejo inadecuado y la explotación excesiva puedan deteriorarlos de manera irreversible.

En los años 1990 estos bosques sufrieron una de las mayores destrucciones a nivel mundial, desapareciendo 16

¹ Ing. M.Sc. Intendencia Forestal y Fauna Silvestre. Calle Dieciscete No 355. Urb. El Palomar. Lima – 27, Lima Peru.

millones de hectáreas durante esa década, el equivalente a 30 ha por minuto. En Venezuela se deforestaron 600.000 ha en la misma década (Centeno, 1995), el 30% de bosques en los Llanos Occidentales fue deforestado entre 1950 y 1975 (Veillon, 1977) y en el período 1975-1988 la deforestación alcanzó más de 140.000 ha/año (45,3% de la superficie bajo bosque) (Catalán, 1991; citado por D'Jesús, 2001). Estadísticas más recientes para el caso de Venezuela no parecen haber sido publicadas. Y en Brasil, durante el año 1990 el área de deforestación ascendió a 1.380.000 ha; en 1994-95 a 2.905.900 ha; y en 2001-02 a 2.550.000 ha (INPE, 2003).

En general, la tendencia de las últimas cinco décadas parece continuar, es decir, una desaparición creciente de los bosques tropicales en Suramérica, debido a presiones socio-económicas derivadas de: la actividad agrícola familiar o migratoria, la pecuaria, la agroempresa y la actividad maderera. Esas presiones hacen que se piense y actúe, en relación con el aprovechamiento forestal, como un proceso netamente selectivo y extractivo, dejando de lado una verdadera política dirigida al desarrollo forestal sostenible. Este último implica planificación de un sistema de explotación integral racionalmente concebido para mantener el equilibrio ecológico y alcanzar la rentabilidad necesaria. Eso solamente se consigue mediante el establecimiento de un plan de manejo forestal bien concebido teóricamente y aplicado según las técnicas modernas. En este sentido, los modelos de simulación son una herramienta valiosa en el manejo forestal tendiente a obtener una máxima productividad del bosque, una máxima rentabilidad en su explotación y, junto con esos elementos, los menores daños posibles al ecosistema (Arias, 2004).

La simulación del desarrollo de los bosques a través del uso de modelos cibernético-matemáticos es una técnica que permite evaluar las respuestas de esos ecosistemas, por ejemplo, cuando son sometidos a tratamientos silviculturales o explotación forestal, en general (Vanclay, 1994). Estos modelos sirven, entre otras cosas, para estudiar la influencia de variables, tales como el tipo de suelo, los índices pluviométricos, la incidencia de radiación solar, el tiempo de rotación de especies, los tipos de interés, las tasas de crecimiento, la de mortalidad, los gastos de manejo y los daños ambientales (Arias, 2004). Sin embargo, queda mucho por hacer en lo que respecta al manejo forestal en bosques tropicales, especialmente en Venezuela y otros países de la América del Sur como Brasil y Perú. Las experiencias del uso de la simulación en la silvicultura tropical son muy recientes.

Uno de los problemas cruciales de la simulación de la dinámica de los bosques tropicales consiste en la escasa disponibilidad de datos sobre la estructura de esos ecosistemas. Tal situación, por una parte, imposibilita establecer modelos adecuados a un contexto parcialmente conocido, y por otra, limita los resultados de optimización a las posibilidades de modelos que no fueron ideados para tales aplicaciones. Sin embargo, los esfuerzos que se han realizado en los últimos años para comprender la dinámica de los bosques tropicales son esperanzadores, teniendo en cuenta las informaciones que se van obteniendo sobre parcelas permanentes en diferentes países (Arias, 2004).

El presente trabajo tiene como objetivos: a) parametrizar el modelo para el bosque de la Unidad Experimental de Caparo, en tres tipos de posición fisiográfica (banco, sub-banco y bajío), b) mostrar la aplicabilidad del modelo ZELIG para la predicción de los efectos de explotación forestal y c) evaluar los efectos de varios escenarios de explotación forestal sobre la estructura y composición del bosque, en condiciones de banco y sub-banco.

REVISION BIBLIOGRAFICA

En gran parte de los bosques tropicales la utilización de técnicas inadecuadas de aprovechamiento forestal ha originado que la mayoría de esos ecosistemas se esté fragmentando y por lo tanto haya una reducción de sus áreas. Kammesheidt *et al.* (1995) mencionan que la reducción de las áreas se debe a los impactos físicos de las operaciones forestales y al abandono de las áreas intervenidas para su recuperación natural sin aplicación de las correspondientes técnicas silviculturales. Es por ello, entonces, la utilización de los modelos de simulación, como herramientas útiles de predicción de los posibles cambios que puedan ocasionar los sistemas de aprovechamiento forestal, previamente a cualquier intervención que pueda ocasionar daños (Arias, 2004).

El modelo ZELIG (Urban, 1993) pertenece al tipo "Modelo de claros". Estos modelos de claros fueron desarrollados para simular la dinámica de los bosques, tomando como aspecto fundamental el paso de luz a través del dosel, en los claros del bosque. ZELIG constituye una versión perfeccionada de otros modelos de claros que le antecedieron, de los cuales se sintetizó la experiencia de aplicaciones, aprovechando todo lo mejor alcanzado en materia de ese tipo de simulación. Entre esos otros modelos están JABOWA, FORET, FORENA, LINKAGES y demás derivaciones (Lui y Ashton, 1995 citado por Arias, 2004).

Una de las principales ventajas del modelo es su capacidad de simular la modificación del crecimiento anual de un árbol, lo cual está condicionado por la interacción entre variables climáticas y específicas, que caracterizan el sitio. Esto quiere decir que elementos como transferencia de calor debido a la radiación solar, temperatura, humedad y; propiedades del suelo, y precipitación participan de una interacción funcional que, intenta reproducir las condiciones del medio en el sentido de aumentar o disminuir el desarrollo del árbol, según sea el caso (Yaussy, 2000).

No obstante el modelo ZELIG no reporta los valores típicos de crecimiento y producción de madera (en metros cúbicos) para ser empleados directamente en el análisis de comercialización, esta dificultad puede ser superable a partir de los valores de diámetro a la altura del pecho (D) y altura (H), que se generan por el modelo para cada árbol simulado. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los datos de H generados pueden resultar ilógicos por lo cual es necesario un trabajo adicional.

La concepción inicial del ZELIG fue la de obtener un modelo “genérico”, que obviase algunas de las especificidades de los modelos hasta entonces conocidos. En la práctica esa perspectiva funcionó eficientemente y se hizo posible, con relativa facilidad, parametrizar un sitio poblado de determinadas especies. Así el modelo ganó aplicaciones para el tratamiento silvicultural de una gran variedad de bosques (Yaussy, 2000; Yu *et al*, 1998 citados por Arias, 2004). Sin embargo, la aplicación en bosques tropicales era una limitación. Hoy esto ya ha sido superado (Fernández, 1995, Ramírez, 1995), pero subsiste un importante elemento a mejorar que es el de la dinámica hídrica del medio, dado que ZELIG limita las especies por sequía, más no por inundación, condición común en los bosques occidentales venezolanos.

MATERIAL Y METODOS

Descripción del área de estudio

La Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo se encuentra dentro de la Unidad I de dicha Reserva, al suroeste del estado Barinas, Venezuela, entre los 7°26'-7°36'N y 70°40'-71°02'W. De acuerdo con el estudio de Rodríguez *et al* (2000) esta unidad tiene una superficie total de 7,000 ha. Su altitud varía entre los 100 y 120 msnm y es de topografía plana con algunos desniveles (Torres, 1976 citado por Arias, 2004).

La zona se considera un bosque seco en transición a húmedo tropical, según la clasificación de Holdridge (Ewel *et al*, 1968). La precipitación media anual es de 1606 mm con dos estaciones marcadas, un período de sequía bien definido con una duración de cuatro a cinco meses (diciembre hasta marzo o abril) y el resto del año corresponde al período lluvioso. Los meses más secos son enero y febrero, en los cuales prácticamente no hay precipitación. El mes más lluvioso es junio. La estacionalidad del clima determina un exceso de agua en la época de lluvias, que ocasiona la inundación parcial del área, y una deficiencia de agua durante la sequía.

Los suelos son de origen aluvial reciente y en la zona de estudio se distinguen, de manera general, los de banco, subbanco y bajo (Rodríguez *et al*, 2000). La región presenta extrema variabilidad de su vegetación, la que varía desde bosque alto, de 25 a 35 m de altura, hasta sabanas de gramíneas. El sector Caparo es muy variado en cuanto a tipología de sus bosques. En pequeñas áreas se encuentran bosques altos y bajos, ricos y pobres en palmas, así como todas las transiciones desde bosques siempreverdes, hasta deciduos, incluyendo la transición hacia la sabana libre de árboles (Pulido, 1968; Jurgenson, 1994; citados por Arias, 2004).

En la Unidad Experimental de Caparo, el Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal (INDEFOR) estableció treinta y cuatro parcelas permanentes a partir del año 1989, las cuales cuentan con mediciones continuas, durante un periodo de 7 a 8 años, en compartimentos explotados y no explotados. Como resultado de las observaciones se ha organizado un banco de datos, útil en la realización de estimados de crecimiento, estudios del comportamiento de la masa forestal y su dinámica. En estas parcelas se identificaron 90 especies pertenecientes a 43 familias botánicas, además de diversidad de palmas. Esta información está descrita en detalle por Arias (2004)

Selección de especies

La selección de las especies se realizó mediante un Índice de Valor (IV) para poder escoger las más importantes, ya que la cantidad de especies y condiciones en que ellas proliferan son muy numerosos, no ajustándose a la ejecución del modelo. Ese Índice relaciona el área basal relativa de la especie a la densidad relativa de la propia especie, según la siguiente fórmula:

$$IV = \frac{\text{Área.Basal.de.la.especie} / \text{Área.Basal.total}}{\text{Densidad.de.la.especie} / \text{Densidad.Total}}$$

Estos índices relativos nos sirven para seleccionar las especies más representativas del sitio, por lo cual se toman las catorce primeras especies que aparecen en la distribución. Este procedimiento se repite para cada una de las tres posiciones fisiográficas. Siguiendo el procedimiento, prácticamente se asegura que los índices de valor acumulados caigan en el intervalo entre 50 y 70% o estén lo más próximo posible a él, lo cual garantiza la representatividad de la especie dada en la población del bosque, de acuerdo al indicador en uso, a saber, densidad y área basal de la especie.

Las especies no representativas, es decir, las restantes, fueron organizadas por grupos ecológicos dentro de cada posición fisiográfica, ya que sin esas especies el bosque perdería componentes de importancia vital en su dinámica. Para la agrupación de especies se utilizó el criterio empleado por Ramírez (1995) en el cual combinan los requerimientos de luz y de crecimiento, reflejados en la altura potencial máxima de los individuos, aspecto que a su vez incluye la capacidad para crear claros. Para ello considera tres clases de altura potencial máxima: menor de 15 m, entre 15 y 30 m, y mayor de 30 m. De igual forma también tres categorías de requerimiento de luz: alto (tolerantes), medio (nómadas) y bajo (pioneras).

Es necesario indicar que las palmas no fueron consideradas dentro de los procedimientos para la determinación de las especies representativas debido a falta de información dasométrica. De no haber sido por eso, hubiera sido de interés considerarlas, por el hecho de que ellas están presentes en las tres posiciones fisiográficas del sitio.

Estimaciones de los valores de los parámetros

Para la parametrización del modelo se requiere del cálculo de los coeficientes alométricos (altura-diámetro) para lo cual se utilizó la ecuación modificada por Fernández (1995) que fue usada para los Llanos Occidentales de Venezuela, que generaron resultados aproximados en la simulación de este tipo de bosque.

Para el cálculo de las tasas de crecimiento, el modelo ZELIG dispone de un subprograma auxiliar llamado GROW que permite calibrar esas tasas para las diferentes especies de acuerdo a las condiciones ambientales especificadas por el usuario. El archivo que se utiliza para ingresar a ese subprograma, debe contener los datos de edad máxima, altura, diámetro máximo, coeficientes alométricos obtenidos, forma de vida, tolerancia térmica, requerimientos de sombra, nutrientes y sequía, para cada especie y agrupaciones. Este subprograma tiene la ventaja de permitir variar interactivamente algunos de esos parámetros, por ejemplo, edad máxima, área foliar y tasa de crecimiento (G); de esta manera se puede calibrar la ecuación de crecimiento antes de ejecutar el modelo.

La tolerancia térmica utilizada por Ramírez (1995) también es apropiada para las especies presentes en el sitio de estudio, de manera que se fijaron en el mismo intervalo de valores usados por esa autora, es decir, entre 5000 y 10000 grados-día, de forma a asegurar que las especies no sufran de estrés térmico.

Escenarios de aprovechamiento

Para la simulación de los diferentes escenarios de aprovechamiento forestal, se consideró un sistema policíclico, con diferentes grados de intensidad de explotación, fijados a través del diámetro mínimo de corta (DMC) y el daño causado por la extracción.

Los escenarios se realizaron en las condiciones definidas para los bloques A₁₁, A₁₂ y A₁₃. Los ciclos considerados fueron 1) 30 años, 2) 60 años y 3) 100 años. En Venezuela, los DMC legalmente establecidos son de 60 cm para las especies *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla* y *Pachira quinatum*; para el resto de especies comerciales ese diámetro es de 40 cm.

Para incluir el parámetro “daño causado por la extracción” en el modelo se tomaron como referencia las evaluaciones realizadas por Uhl y Guimarães (1989), Veríssimo *et al.* (1985), Uhl *et al.* (1991) y Huth y Ditzer (2001), quienes sugieren que la extracción de 5 árb/ha ocasiona una eliminación de 15% de los individuos en la categoría de 0-20 cm, de 20% en las categorías de 20-25 y de 35-50 cm y de 25% en la categoría de 50 cm a más. Los autores indicados llegaron a estas cifras luego de comparar experimentalmente actividades de explotación forestal convencional o tradicional, con explotaciones de aprovechamiento forestal de impacto reducido en las cuales se trabajó técnicamente buscando el menor daño colateral posible.

RESULTADOS Y DISCUSION

En base a la referencia de Worbes (1999) y de Torres *et al.* (1997) se asumió que la edad del bosque de Caparo estaba entre los 240 años a más, y por lo cual se procedió a simular cada uno de los escenarios considerando con la edad de 240 años. Se realizaron simulaciones para el bosque no explotado, es decir para las condiciones A₁₁, A₁₂ y A₁₃. El área simulada es de 16 hectáreas, las celdas miden 20x20 metros cuadrados. Todos los resultados están referidos por hectárea.

- **Simulación de las tres condiciones en bosque no explotado**

- Simulación de la condición A₁₁**

Los resultados obtenidos de la ejecución del modelo, al final de la simulación, parecen estar dentro de lo esperado. En cuanto al área basal, el modelo estima 24,07 m²/ha mientras el valor observado es de 19,67 m²/ha, dentro del rango estimado por Vincent (1970) para este bosque de banco. Esta congruencia debe ser tomada con precaución, puesto que el área basal estimada por el modelo no corresponde con la utilizada por Vincent (1970). En el primer caso se incluyen los árboles con *D* inferior a 10 cm, mientras que en el segundo, solamente con *D* superiores a 10 cm. Respecto a la biomasa, el modelo da un estimado de 177,91 Mg/ha el cual está dentro de los márgenes para este tipo de zona de vida que es de 158 +/- 62 Mg/ha (Bello, 1996 citado por Ramírez y Torres, 1997). La cantidad de biomasa encontrada en la simulación es comparable a los reportados por Pries y Fölster (1994) y Lugo (1992) ambos citados por Montagnini y Jordan (2002), para bosques secundarios donde obtuvieron 190 y 99 Mg/ha respectivamente. En cuanto al número de árboles mayores a 10 cm de *D*, el promedio de la zona es de 323 árb/ha con variaciones entre 240 y 372 árb/ha (D'Jesus, 1999), mientras que el modelo estima 354 árb/ha. Es interesante notar en este caso la misma congruencia de resultados comparativos, sin embargo la base de comparación es diferente en relación a los diámetros de los árboles tomados en la simulación y en los experimentos.

Simulación de la condición A₁₂

Los resultados conseguidos con la ejecución del modelo para el año 240, están dentro de lo esperado para la zona de vida Bosque Seco Tropical. Bello (1996) citado por Ramírez y Torres (1997) estimó una biomasa para este tipo de bosque, por encima de 10 cm de D de 158 Mg/ha +/- 62; el modelo da un estimado de 231,78 Mg/ha, incluyendo los individuos por debajo de 10 cm de D . En cuanto el área basal según D'Jesus (1999) presenta un valor promedio de 24,2 m²/ha, el modelo estima 25,01 m²/ha mientras el observado es de 24,85 m²/ha. Respecto a la densidad de individuos arbóreos con D mayor a 10 cm el valor simulado es de 227 ind/ha y el observado es de 224 ind/ha. Los picos (datos del año 130) de densidad total de árboles y de área basal, no pueden ser interpretados aisladamente, ni tampoco para una sola simulación de un área dada, como es el caso. En general son importantes las tendencias en los ciclos específicos y las condiciones de simulación. En este sentido, los resultados de la simulación advierten una posible disminución del área basal, no obstante la cantidad de biomasa y densidad de árboles se mantienen dentro de los límites esperados. Este resultado de la simulación podrá ser tenido en cuenta en la elaboración de hipótesis en futuros estudios para condiciones semejantes de modelación.

Simulación de la condición A₁₃

Los resultados obtenidos con la ejecución del modelo en el año 240 de la simulación para el área basal muestran un valor promedio de 24,2 m²/ha (D'Jesus, 1999), mientras que el modelo estima 19,22 m²/ha y el observado es de 15,83 m²/ha. Respecto a la biomasa, el modelo estima 101,17 Mg/ha mientras que Bello (1996) citado por Ramírez y Torres (1997) consiguió un valor de biomasa de 158 Mg/ha +/- 62 para un bosque similar. Estos valores son comparables a los reportados por Pries y Fölster (1994) y Lugo (1992) ambos citados por Montagnini y Jordan (2002), para bosques secundarios que obtuvieron 190 y 99 Mg/ha respectivamente. En relación al número de árboles mayores a 10 cm de D , aunque el promedio de la zona para todas las condiciones según D'Jesus (1999) es de 323 árb/ha con variaciones entre 240 y 372 árb/ha; en las parcelas observadas para este tipo de condición el número de individuos es mucho mayor alcanzando 1081 arb/ha y el modelo arroja una estimación de 646 árb/ha, valor similar a los reportados por Castillo y Camacho (2001) en bosques de Nicaragua: 505 (La Lupe) y 443.4 arb/ha (Los Filos). Phillips *et al.* (1994) citado por Hartshorn (2002) reportan para la zona de Tambopata y Manu (Perú) 713 y 649 arb/ha y en Ecuador (Jatun Sacha), 724 arb/ha para bosques primarios semideciduos.

Existe mucha discrepancia en relación a la cantidad de árboles por hectárea con diámetro superior a 10 cm, en condiciones comparables a este estudio. Esta constatación se percibe tanto en la simulación como en las observaciones de campo, según se puede apreciar en el párrafo anterior. Esto muestra la urgencia de investigar la compleja y variable dinámica del crecimiento de los bosques tropicales. Sin el conocimiento necesario de estos procesos, como fue dicho antes, se hace muy difícil lograr un adecuado modelamiento de las condiciones estudiadas; lógicamente, lo expresado es de interés y utilidad para las aplicaciones prácticas. De manera que, dentro de los límites impuestos por el modelo, las congruencias observadas en relación a índice IV 200, biomasa forestal, área basal e otras, deben servir de fundamento para ajustes del modelo en futuros trabajos.

• Simulación de la respuesta del bosque después del aprovechamiento

Simulación de la Condición A₁₁

Al aplicar la intensidad de aprovechamiento con los DMC indicados, se simuló una extracción de 5 árb/ha, lo cual está dentro de los límites de las prácticas actuales y representa un aprovechamiento de 1,4% del total de árboles mayores a 10 cm de D existentes.

El área basal con esta intensidad de aprovechamiento, incluyendo los daños ocasionados por la extracción, disminuye de 24,07 m²/ha a 19,3 m²/ha, lo que significa una reducción del 17% del área basal total del bosque. De igual forma, la biomasa maderable total fue reducida de 177,91 Mg/ha a 142,27 Mg/ha (20%). El número de árboles dañados debido a la extracción es de 102, en promedio se dañan 20 árboles por cada uno que se aprovecha. La densidad total de árboles después del aprovechamiento disminuye en 11%, valor que se asemeja al estimado por Wagner (2000) debido a corta selectiva de bajo impacto.

La recuperación del área basal total es casi similar cuando el bosque no es aprovechado. Después de la extracción el escenario 1 (30 años) estima 19,39 m²/ha, en el año 60 disminuye hasta 18,14 m²/ha y en el año 100 el modelo estima un valor de 20,80 m²/ha. Si no se tiene en cuenta el área basal de los individuos menores a 10 cm de D , resulta que estos valores son similares a los observados en las parcelas evaluadas, es decir, 19,67 m²/ha. La biomasa maderable total aumenta en los tres escenarios de aprovechamiento, obteniéndose valores de 145,92 Mg/ha, 139,58 Mg/ha y 154,07 Mg/ha en los escenarios 1, 2 y 3 respectivamente, los cuales, aunque no superan a los valores del bosque sin extracción, están dentro de lo estimado por Bello (1996) citado por Ramírez y Torres (1997). La densidad total de árboles en los tres escenarios tiende a incrementarse en comparación al bosque no intervenido que presenta una tendencia ascendente y constante. El escenario 1 presenta una recuperación de 999 árb/ha a 1121 árb/ha en 30 años, el

escenario 2 (60 años) asciende a 1525 árb/ha y el escenario 3 (100 años) a 2114 árb/ha. Este es un comportamiento normal de un bosque después de un aprovechamiento, ya que la apertura de claros hace que las especies suprimidas activen su crecimiento. El comportamiento de los árboles mayores de 10 cm de D en los tres escenarios de aprovechamiento presenta también una tendencia ascendente y supera en forma mínima al obtenido del bosque simulado sin extracción. Estos valores están dentro del promedio obtenido por D'Jesus (1999) en la Unidad Experimental de Caparo.

De los tres escenarios (1, 2 y 3) comparados, el escenario 3 es el que presenta la mejor recuperación del bosque en los cuatro parámetros evaluados y también en relación al índice IV200. Asimismo resulta el más conveniente, si comparado con los datos observados reales para este tipo de condición (no explotado-banco) que presenta un área basal de 19.67 m²/ha y una densidad de árboles mayores a 10 cm de D , de 230 árb/ha.

Simulación de la Condición A₁₂

Con la misma intensidad de aprovechamiento de la condición A₁₁, fue obtenida una reducción del área basal de 25,01 m²/ha a 19,47 m²/ha, lo que representa una disminución de 22% del área basal total del bosque, y los niveles de biomasa maderable total bajan de 231,78 Mg/ha a 173,95 Mg/ha lo que representa una pérdida de 24,95% de la biomasa total. El número de árboles aprovechados por hectárea es de 5 individuos, que representa 2,2% del número total de árboles mayores a 10 cm de D ; la especie aprovechada es *Pachira quinata*. El número de árboles dañados o desaparecidos por efecto de este aprovechamiento es de 66 individuos/ha, que representa 10% del número total de árboles.

La recuperación del área basal presenta comportamientos diferentes en los tres escenarios. En los escenarios 4 y 6 estos valores son similares al bosque natural o sin extracción, en cambio en la simulación con extracción se observa una anomalía debido a que el área basal en el año 60 es solamente el 60% de lo estimado para el año 30. En la simulación sin extracción se observa también una reducción entre los escenarios 4 y 5 pero esta es mucho menor. Esta anomalía podría estar mostrando una debilidad del modelo o un error de procedimiento en la simulación. Es de notar que la comparación hecha considera las respuestas del bosque intervenido en relación con el bosque sin extracción; por otro lado, las condiciones y variables a tener en cuenta, dadas las características del bosque tropical, no reflejan completamente su dinámica, de ahí vale subrayar, que son posibles ciertas desviaciones no totalmente explicables. En cuanto a la biomasa maderable, en el escenario 4 el valor es muy superior al del bosque explotado, en cambio en el escenario 6 es similar. La anomalía que se produce en el escenario 5 en la evaluación del anterior parámetro se produce también con la biomasa. Con respecto a la densidad total hay un comportamiento ascendente en los tres escenarios de aprovechamiento. Los escenarios 5 y 6 presentan similares números de árboles y superan al bosque no intervenido. Con relación a la densidad de árboles con D mayores de 10 cm, hay una recuperación notable; sin embargo es sólo el escenario 6 el que guarda más semejanza con el bosque sin extracción.

De los tres escenarios comparados, el 6 presenta similar recuperación de bosque en los cuatro parámetros evaluados, asemejándose al bosque no intervenido. Por lo tanto, el escenario más conveniente para la condición A₁₂ es el ciclo de corta de 100 años. Aunque el escenario 4 presenta también un buen porcentaje de recuperación, los estudios realizados en la Reserva Forestal de Caparo por D'Jesus *et al.* (2001) y Kammesheidt *et al.* (1999) indican que en 30 años el bosque no alcanzará los diámetros mínimos de corta, ni se recuperará la composición florística, por lo que recomiendan un ciclo mas largo. Es por ello, que el escenario 6 es el más recomendable, dando la certeza de que los árboles excederían el diámetro mínimo de corta establecido.

Simulación de la Condición A₁₃

En esta condición se aplica la misma intensidad de aprovechamiento de las condiciones A₁₁ y A₁₂; se obtuvo una extracción muy leve, siendo solamente aprovechada un área basal de 1.49 m²/ha que representa 10.8% del área basal total. La biomasa maderable total se redujo de 101.69 Mg/ha a 83.97 Mg/ha y los árboles dañados por esta actividad fueron 121 individuos por hectárea, es decir, 24 árboles dañados por árbol extraído.

Con respecto a la biomasa maderable total el comportamiento es similar al del área basal. Los valores obtenidos en la comparación de estas simulaciones son similares en los escenarios 7 y 9, sin embargo no superan lo estimado por Bello (1996) para esta zona de vida. La densidad total de árboles en los tres escenarios tiende a incrementarse en comparación al bosque no intervenido, el cual presenta una tendencia ascendente. Los escenarios 7 y 8 presentan una recuperación del bosque casi constante; para el año 100 la simulación supera en recuperación al bosque no extraído. Este comportamiento se observa también en relación al número de árboles con D mayores a 10 cm.

De los tres escenarios comparados, el 9 es el que presenta la mejor recuperación del bosque en los cuatro parámetros evaluados y el índice IV200. Asimismo, los valores se asemejan a los observados con un área basal de 15.83 m²/ha y una densidad de árboles con D mayor que 10 cm, de 1081 árb/ha. Esto podría deberse a que al realizarse la extracción y crearse nuevos claros en el bosque las especies activaron su crecimiento alcanzando los niveles indicados. El escenario que más se asemeja al bosque no intervenido es el 9.

CONCLUSIONES

Con el trabajo realizado se lograron los objetivos propuestos, parametrizar el modelo ZELIG con datos de la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo para las tres condiciones: bosque no explotado en banco (Condición A₁₁), bosque no explotado en subbanco (Condición A₁₂) y bosque no explotado en bajío (Condición A₁₃). Asimismo, se ha podido visualizar la aplicabilidad de estos modelos de simulación en la evaluación de efectos de las actividades de aprovechamiento. Estos resultados se han comparado favorablemente con estudios previos.

Fue posible definir los grupos ecológicos para las especies arbóreas presentes en cada uno de los tres tipos de posiciones fisiográficas (banco, subbanco y bajío).

Respecto a la composición florística, las cinco condiciones (A₁₁, A₁₂, A₁₃, A₂₂ y A₂₃) se caracterizan por la presencia de un alto número de especies nómadas y tolerantes, mientras que las especies pioneras solamente se observan en tres condiciones, lo que indica que los bosques están en un proceso sucesional tardío.

Al ser el régimen de luz un aspecto importante del modelo utilizado, y debido a la escasez de esta información para especies tropicales, es posible la presencia de errores relacionados a este factor. Se recomienda, por tanto, investigar más en este aspecto con miras al mejor entendimiento de su influencia en bosques húmedos tropicales.

Al final del proceso de simulación ha permitido observar y conocer mejor el comportamiento del área basal, biomasa, densidad total y densidad de árboles con *D* mayores a 10 cm durante el tiempo de modelación de 240 años.

Los efectos del aprovechamiento en las tres condiciones han provocado una disminución del área basal de 17% en A₁₁, 22% en A₁₂ y 10,8% en A₁₃. También en el número de individuos se ha reducido el porcentaje de 11,56 en A₁₁, 10,96 en A₁₂ y 10,21 en A₁₃. De los distintos escenarios de aprovechamiento simulados para las tres condiciones, se puede considerar que los escenarios 3, 6 y 9 (condiciones A₁₁, A₁₂ y A₁₃) garantizan la recuperación del bosque en relación al área basal, densidad, biomasa e índice IV200, en ciclos de 100 años.

En las evaluaciones se consideran los datos de las especies a partir de *D* mayores de 10 cm, lo que imposibilita conocer lo que sucede en el caso de diámetros inferiores. Por otro lado no se consideraron otras formas importantes de vida, por ejemplo, las palmas, cuya densidad poblacional en el bosque estudiado es considerable. Evidentemente con la continuación de los estudios se tendrá una visión más completa de la dinámica del ecosistema.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

ARIAS, E.S. **Simulación de la dinámica de bosques explotados y no explotados de la Reserva Forestal de Caparo, Estado Barinas – Venezuela**. ULA, 2004. 83 p. Tesis MSc en Manejo de Bosques. Universidad de Los Andes. 2004.

CENTENO, J.C. 1995. **Estrategia para el desarrollo forestal de Venezuela**. Fondo Nacional de Investigación. Caracas. Venezuela.

CASTILLO, A.; CAMACHO, M. 2001. Dinámica de población ene. Bosque húmedo tropical en Río San Juan, Nicaragua. **Manejo Forestal Tropical**. N° 17. CATIE-UMBN.

D'JESUS, A. 1999. **Evaluación de la masa forestal en Compartimientos explotados y no explotados de la Estación Experimental de la Reserva de Caparo, Barinas, Venezuela**. Trabajo de Ascenso. Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

D'JESUS, A; TORRES L., A.; RAMÍREZ, H. 2001. Consecuencias de la explotación maderera sobre el crecimiento y el rendimiento sostenible de un bosque húmedo deciduo en los Llanos Occidentales de Venezuela. **Revista Forestal Venezolana**. 45(2): 133-143.

EWEL, J. J.; MADRIZ, A., TOSSI, A. 1968. **Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico**. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas. Venezuela.

FERNANDEZ, Y. **Aplicación de modelos de base individual a bosques tropicales americanos: un caso de la Guayana venezolana**. ULA, 1995. Tesis MSc. en Ecología Tropical - Universidad de Los Andes, 1995.

HARTSHORN, G.S. 2002. Biogeografía de los bosques neotropicales. En: Ecología y conservación de bosques de bosques neotropicales. **Compiladores Guariguata-Kattan**. LUR. 59-81p.

HUTH, A.; DITZER, T. 2001. Long-term impacts of logging in a tropical rain forest – a simulation study. **Forest Ecology and Management** 142:33-51.

INPE, 2003. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil. <http://sputnik.dpi.inpe.br:1910>

KAMMESHEIDT, L.; TORRES, A.; FRANCO, W. 1995. Efecto de la explotación selectiva sobre la estructura y sostenibilidad del bosque tropical: Un caso de los Llanos occidentales venezolanos. **Revista Forestal Venezolana** 39: 9-24.

MONTAGNINI, F.; JORDAN, C. 2002. Reciclaje de nutrientes. En: Ecología y conservación de bosques de bosques neotropicales. **Compiladores Guariguata-Kattan**. LUR. 59-81p.

RAMÍREZ, H. **Aplicación de un modelo de simulación a la dinámica del bosque seco tropical: Un caso de los Llanos Occidentales Venezolanos**. ULA, 1995. 65 p. Tesis MSc. en Manejo de Bosques. Universidad de Los Andes. 1995.

RAMÍREZ, H.; TORRES-LEZAMA, A. 1997. Parametrización de un modelo de simulación de base individual como herramienta para el manejo de un bosques tropical venezolano. Simposio Internacional sobre Posibilidades para el Manejo Forestal Sostenible en América Tropical. Bolivia.

RODRIGUEZ P., L.; ZAMBRANO, T.; VINCENT, L.W.; JEREZ, M.; PLONCZAK, M. 2000. **Investigación silvicultural con fines de manejo del Boques Tropical Alto en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela**. Universidad de Los Andes. Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado. 112 p.

TORRES-LEZAMA, A. ; RAMÍREZ, H.; R. BALDOCEDA. 1997. Predicción de la respuesta de un bosque tropical venezolano a diferentes estrategias de manejo. Simposio Internacional sobre Posibilidades para el Manejo Forestal Sostenible en América Tropical. Bolivia.

ULH, C.; GUIMARAES, I.C. 1989. Ecological impacts of selective logging in the Brazilian Amazon: A case study from the Paragominas Region of the state of Pará. **Biotropica**. 21: 98-106.

ULH, C.; VERISSIMO, A.; MATTOS, M.; BRANDINO, Z.; GUIMARAES, I.C. 1991. Social, economic and ecological consequences of selectives logging in an amazon frontier: The case Thailandia. **Forest Ecology and Management** 46:243-273.

URBAN, D.L. 1993. **A User's guide to ZELIG version 2**. Department of Forest Service. Colorado State University. Fort Collins. USA.

VANCLAY, J.M. 1994. Sustainable timber harvesting: simulations studies in the tropical rainforest of north Queensland. **Forest Ecology and Management** 69: 299-320.

VEILLON, J. P. 1977. Las deforestaciones en la región de los Llanos occidentales de Venezuela desde 1950 a 1975. **Revista Forestal Venezolana** 27: 199-206.

_____. 1985. El crecimiento de algunos bosques naturales de Venezuela en relación con los parámetros del medio ambiente. **Revista Forestal Venezolana**. 29: 5-19.

VERISSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M.; TARIFA, R; ULH, C. 1985. Logging impacts and prospect for sustainable forest management in an old amazonian frontier: the case of Paragominas. **Forest Ecology and Management** 55:169-199.

VINCENT, L. 1970. **Estudio sobre la tipificación del bosque con fines de manejo de la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo**. Tesis MSc. Universidad de Los Andes. Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida. Venezuela.

WAGNER, U. 2000. Efectos de la corta selectiva sobre la composición florística y la estructura de los bosques húmedos de la Vertiente Atlántica de Costa Rica. *Ecología de Bosques Tropicales*. **Numero de la Serie TOBF – 11/95**. GTZ-GMBH. 87p.

WORBES, M. 1999. Annual growth rings, rainfall-depende at growth and log-term patterns of tropical trees form the Caparo Forest Reserve in Venezuela. **Journal of Ecology**. 53: 391-403.

YAUSSY, D.A. 2000. Comparison of an empirical forest growth and yield simulator and a forest gap simulator using actual 30-year growth from two even-aged forest in Kentucky. **Forest Ecology and Management**. 126: 385-398.

DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE INDIVÍDUOS DE *Aspidosperma* spp NA RESERVA GENÉTICA TAMANDUÁ, DF.

STEM DIAMETER DISTRIBUTION OF *Aspidosperma* spp AT TAMANDUA FOREST GENETIC RESERVE, FEDERAL DISTRICT.

José Alves da Silva¹ Paulo Renato Schneider² André R. Terra Nascimento³ Edson Junqueira Leite⁴
João Marcelo de Rezende⁵

RESUMO

O presente trabalho objetiva analisar a estrutura diamétrica das espécies de *Aspidosperma* spp, usando as funções de Meyer e Weibull em uma Mata de Galeria de 21,08 hectares, localizada no Distrito Federal. Dados de enumeração total dos indivíduos foram utilizados para ajustar a distribuição diamétrica para o total e para cada uma das espécies da população de *Aspidosperma* spp. O censo identificou quatro espécies de *Aspidosperma*: *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Aspidosperma. subincanum*, *Aspidosperma spruceanum* e *Aspidosperma discolor*. Foram amostrados um total de 1027 indivíduos para todas as espécies, constatando-se a predominância de *Aspidosperma cylindrocarpon* com 485 árvores adultas (23,0 ha⁻¹), seguida de *Aspidosperma discolor* com 227 indivíduos (10,8 ha⁻¹), *Aspidosperma subincanum* com 179 indivíduos (8,49 ha⁻¹) e *Aspidosperma spruceanum* com 136 indivíduos (6,5 ha⁻¹). A função de Meyer superestimou os indivíduos nas menores classes das distribuições, apresentando, no entanto, melhor ajuste que a função Weibull. Esta função subestimou o número de indivíduos nas primeiras classes de CAP (circunferência à altura do peito) e os superestimou nas classes intermediárias, tendo, ainda, apresentado maiores valores para o erro padrão das estimativas, em comparação às estimativas efetuadas pela função de Meyer.

Palavras-chave: Mata de galeria, inventário florestal, distribuição diamétrica.

SUMMARY

This work aims to analyze the diametric structure of *Aspidosperma* species, by using Meyer's and Weibull's functions in one Gallery Forest of 21.08 hectares, located in Distrito Federal. Overall data of individuals were used to adjust the diametric distribution for the whole and for each one of the species from *Aspidosperma* population. The census identified four species of *Aspidosperma*: *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Aspidosperma. subincanum*, *Aspidosperma spruceanum* and *Aspidosperma discolor*. 1027 individuals were sampled for all the species where the bulk were *Aspidosperma cylindrocarpon* with 484 adult trees (23.0 ha⁻¹), followed by *Aspidosperma discolor* with 227 trees (10.8 ha⁻¹), *Aspidosperma subincanum* with 179 trees (8.49 ha⁻¹) and *Aspidosperma spruceanum* with 136 trees (6.5 ha⁻¹). The Meyer function overestimated the individuals in the lower distribution classes but on the other hand it presented a better adjustment than the Weibull's function. This function underestimated the quantity of trees in the firs classes of Girth (circumference at breast height) and overestimated them for the intermediate classes. It also presented higher values for the standard error as estimated in comparison with those evaluated by the Meyer function.

Key words: Gallery forest, forest inventory, stems diameter distribution.

INTRODUÇÃO

A formação das florestas tropicais é constituída pela sua riqueza florística que a ecologia florestal tem tentado explicar como tantas espécies são capazes de aparentemente coexistir no mesmo ambiente. Uma primeira aproximação, neste caso, seria examinar a distribuição espacial das espécies através de modelos de distribuição. Neste sentido, Newbery et al. (1986) salientam que a maioria dos vizinhos das espécies, cujos indivíduos se apresentam agregados, proporcionalmente, pertence às mesmas espécies. Ao contrário, ocorre com aquelas espécies que apresentam densidade similar, mas cujos indivíduos se apresentam dispostos sob a forma de uma distribuição aleatória ou regular.

Outro fator que deve ser levado em consideração no estudo da distribuição dos indivíduos refere-se ao crescimento da intensidade de perturbação natural ou artificial ocorrente, de tal modo que uma simples análise da

¹ Engº Florestal, Dr., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, DF. E-mail: jalves@cenargen.embrapa.br

² Prof. Titular, Dr. em Manejo Florestal da UFSM. Pesq. do CNPq. E-mail: paulors@smail.ufsm.br

³ Engº Florestal, M.Sc., Doutorando em Ecologia, Instituto de Biologia, UnB

⁴ Engº Florestal, Dr., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, DF. E-mail: edson@sct.embrapa.br

⁵ Engº Florestal, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

distribuição das árvores possa fornecer subsídios que conduzam a indícios da natureza e do grau de perturbação, que influenciaram na estruturação das comunidades (Bunyavejchewin *et al.*, 2003).

Com relação à estrutura da floresta, deve-se salientar que a distribuição de diâmetro em florestas naturais pode assumir diferentes formas, variando de unimodal, multimodal, decrescente e irregular, conforme Sirén (1955) e Cao & Burkhart (1984). A grande variação existente na distribuição espacial das árvores, na composição de espécies, na densidade de árvores, distribuição diamétrica e estrutura vertical da floresta criam condições favoráveis para o desenvolvimento de processos naturais como mortalidade, regeneração, abertura de clareiras etc responsáveis pela manutenção da biodiversidade e dos estágios de sucessão na floresta (Maltamo *et al.*, 2000).

A representação da distribuição diamétrica das árvores por modelos matemáticos tem recebido, ao longo do tempo, especial atenção dos pesquisadores em todo o mundo. Vários modelos, incluindo-se Log-normal, Normal, Gama, Beta, S_b , Meyer e Weibull têm sido usados para modelar a distribuição de diâmetro de povoamentos florestais, sendo a função de Weibull, pela sua flexibilidade, a mais utilizada para o estudo da distribuição diamétrica de indivíduos de florestas cultivadas e a função de Meyer para indivíduos de florestas naturais. Borders *et al.* (1987), entretanto, descreveram um interessante método para caracterizar a distribuição diamétrica multimodal, usando um sistema de equações de regressão, tendo os percentis como variáveis dependentes, sem recorrer, portanto, aos modelos matemáticos formais para efetuar projeções futuras.

O presente trabalho tem por objetivo analisar a distribuição diamétrica dos indivíduos de *Aspidosperma cylindrocarpon*, *A. subincanum*, *A. spruceanum* e *A. discolor* ocorrentes na Reserva Genética Florestal Tamanduá, partindo-se do princípio de que é importante conhecer como as populações dessas espécies se mantêm na floresta, tendo-se, ainda, em consideração que suas árvores participam do compartimento superior da mata, desempenhando, portanto, relativa importância ecológica e silvicultural.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A Reserva Genética Florestal Tamanduá é constituída por uma mata de galeria semi-decídua que ocorre ao longo de um pequeno curso d'água de mesmo nome, na região do Brasil Central, com solos distróficos (Eiten, 1990), onde, entretanto, se pôde constatar a ocorrência de espécies indicadoras de terrenos rochosos de origem calcária (*Astronium fraxinifolium* Schott), conforme relatado por Martins Netto (1992) e Silva *et al.* (2002).

As matas de galeria são catalizadoras e mantenedoras da diversidade de espécies, desempenhando importante papel como refúgio natural da abundante fauna do Cerrado durante a estação seca, quando o abrigo, umidade e alimento são escassos nas formações savânicas e campestres. Funcionam como corredores ecológicos entre reservas, possibilitando a colonização e o contato de espécies, contribuindo para aumentar o seu tamanho efetivo por favorecer o fluxo gênico entre indivíduos das floras das matas Amazônicas, Atlânticas, e da bacia do rio Paraná no domínio de Cerrado e, conseqüentemente, a dispersão de espécies florestais. (Paula *et al.*, 1990; Schiavini, 1992; Martins Netto, 1992, Dias, 1992 e Silva Junior *et al.*, 1998).

A mata de galeria objeto de trabalho possui uma área de 21,08 ha, com forma variável que acompanha e protege as margens do riacho Tamanduá, porém sem encharcamento ou inundação. Essa Reserva está limitada pelas coordenadas geográficas aproximadas de 15° 56' 00" de latitude Sul e 48° 08' 00" de longitude Oeste, a uma altitude média de 997 metros, nas proximidades da cidade satélite do Gama, DF. O clima predominante (Köppen) da região situa-se entre o tropical de savana e o temperado chuvoso de inverno seco, com temperatura média anual entre 18° a 22° C e média mínima entre 16° a 18° C, com umidade relativa média anual de 70% a 80% e precipitação média anual de 1600 mm, relativas ao período de 1961/1990 (INMET, 2004).

Coleta e análise dos dados

Para o mapeamento dos indivíduos de *Aspidosperma* spp foram utilizados mapas plani-altimétricos da Reserva e estabelecidos pontos de controle georeferenciados para entrada e caminhamento na floresta. O levantamento dos indivíduos propriamente foi efetuado usando-se o sistema de coordenadas polares, com auxílio de bússola e trena para referenciar cada indivíduo encontrado ao mais próximo já registrado, ou a um ponto identificado no campo. As coordenadas permitiram a confecção de um mapa base, onde foram plotados todos os indivíduos das espécies de *Aspidosperma* encontrados na Reserva.

Procurou-se estabelecer um padrão de busca transversal da área, iniciando-se numa borda e terminando na outra, tomando-se o cuidado para que nenhum indivíduo fosse esquecido. O censo das espécies de *Aspidosperma* consistiu em mapear todos os indivíduos, cuja CAP (circunferência à altura do peito) fosse maior ou igual a 30 cm. Para cada indivíduo procurou-se registrar a CAP, altura total, localização e aspectos da fenofase, que poderiam auxiliar na futura coleta de genoplasmata.

Para analisar a estrutura populacional dos indivíduos de *Aspidosperma* na Reserva forma ajustadas as função de Meyer, conforme Prodan (1968), estimada pelo procedimento REG do SAS (1985) e a função de Weibull com dois coeficientes: *b* (escala) e *c* (forma) das distribuições ajustadas.

O censo identificou a ocorrência de quatro espécies de *Aspidosperma* spp. na Reserva: *Aspidosperma cylindrocarpon*, M. Arg.; *Aspidosperma subincanum* Mart.; *Aspidosperma spruceanum* Benth. Ex. Arg. e *Aspidosperma discolor* A. DC.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Distribuição diamétrica das árvores

A distribuição de diâmetro das árvores das espécies em questão sugere que elas poderão apresentar problemas, no futuro, para sua conservação *in situ*, pois não estão se regenerando correntemente na Reserva, uma vez que apresentam baixa densidade populacional de indivíduos jovens nas menores classes de tamanho, originando, portanto, certo desequilíbrio demográfico (Figura 1). As espécies tendem a apresentar uma maior densidade de indivíduos nas classes intermediárias da distribuição e decrescem com a amplitude em diâmetro.

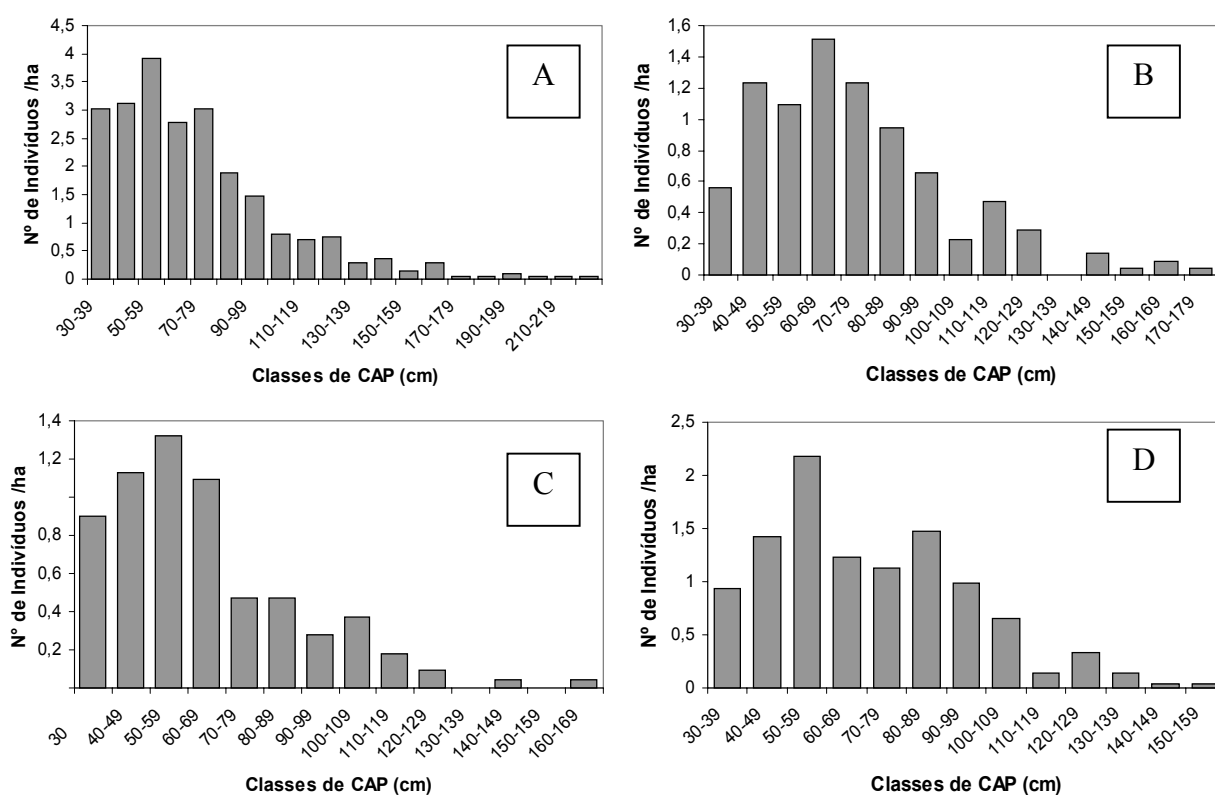


FIGURA 1: Distribuição diamétrica das espécies: *Aspidosperma cylindrocarpon* (A), *Aspidosperma subincanum* (B), *Aspidosperma spruceanum* (C) e *Aspidosperma discolor* (D) na Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF.

A permanência de determinada espécie em uma comunidade natural depende, dentre outros fatores, da existência de uma distribuição regular do número de indivíduos por classes de diâmetro, de tal modo que possa garantir sua estabilidade futura, assim como, da ocorrência de árvores reprodutivas. Desse modo, baixas densidades populacionais de adultos e regenerantes são indicativas de que a espécie poderá vir a ser substituída durante a evolução da floresta, sendo que a sua efetiva conservação *in situ* só poderá ocorrer, se todas as fases de crescimento forem mantidas no ambiente, onde a espécie se desenvolve.

Foram amostrados um total de 1027 indivíduos para as quatro espécies em questão (Tabela 1), constatando-se a predominância de *Aspidosperma cylindrocarpon*. Foram registradas 485 árvores adultas de *Aspidosperma cylindrocarpon* (23,0 ha⁻¹), seguida de *Aspidosperma discolor* com 227 indivíduos (10,8 ha⁻¹), *Aspidosperma subincanum* com 179 indivíduos (8,49 ha⁻¹) e *Aspidosperma spruceanum* com 136 indivíduos (6,5 ha⁻¹).

A Tabela 1 resume as médias dendrométricas e a estatística básica das circunferências e alturas das árvores das espécies estudadas, onde se pode notar que *Aspidosperma cylindrocarpon*, apesar de não ser a espécie com maiores valores de diâmetro, em relação às demais espécies, contribuiu com 47,0 % da área basal total das espécies inventariadas e com 47,13% da densidade total. Em segundo lugar destacou-se *Aspidosperma discolor* contribuindo com 19,68% da área basal total e 22,13% da densidade. *Aspidosperma spruceanum*, entretanto, foi a que apresentou as maiores médias de CAP=90,95cm e h=16,24m, embora apresentasse a menor densidade, ou seja, 6,5 ind. ha⁻¹.

TABELA 1: Densidade e área basal das árvores de *Aspidosperma* spp. medidas na Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF com respectivas médias de circunferências (CAP) e alturas (h).

Espécies	n	N/ha	CAP ± s	h ± s	G/m ²	G m ² /ha
<i>A. cylindrocarpon</i>	485	23,0	65,31± 26,42	13,47± 3,85	24,41	1,1623
<i>A. subincanum</i>	179	8,5	74,31± 25,11	14,28± 3,50	8,70	0,4147
<i>A. spruceanum</i>	136	6,5	90,95± 44,26	16,24± 4,46	8,60	0,4137
<i>A. discolor</i>	227	10,8	67,22± 24,52	14,22± 3,23	10,22	0,4867
TOTAL	1027	48,8	--	--	51,93	2,4774

Em que: n = número de indivíduos/ espécie; N/ha = número de árvores /ha; CAP = circunferência a 1,30 m em cm; h = altura comercial (m); G = área basal (m²); s = desvio padrão da estimativa.

Ajuste da estrutura diamétrica pelos modelos de Meyer e Weibull

A Figura 2 mostra a estrutura populacional dos indivíduos de *Aspidosperma* spp medidos na Reserva Tamanduá e na Tabela 2 encontram-se as estatísticas e os coeficientes da equação de Meyer ajustados para a população total, podendo-se observar uma razoável precisão estatística encontrada, sendo o coeficiente de determinação igual a 0,93 e um erro padrão de estimativa de 0,52 para a variável dependente (Nha⁻¹) logaritimizada, embora superestimasse a densidade nas duas menores classes de CAP. A distribuição apresentou, contudo, tendência ao padrão “J invertido”, característica de florestas naturais.

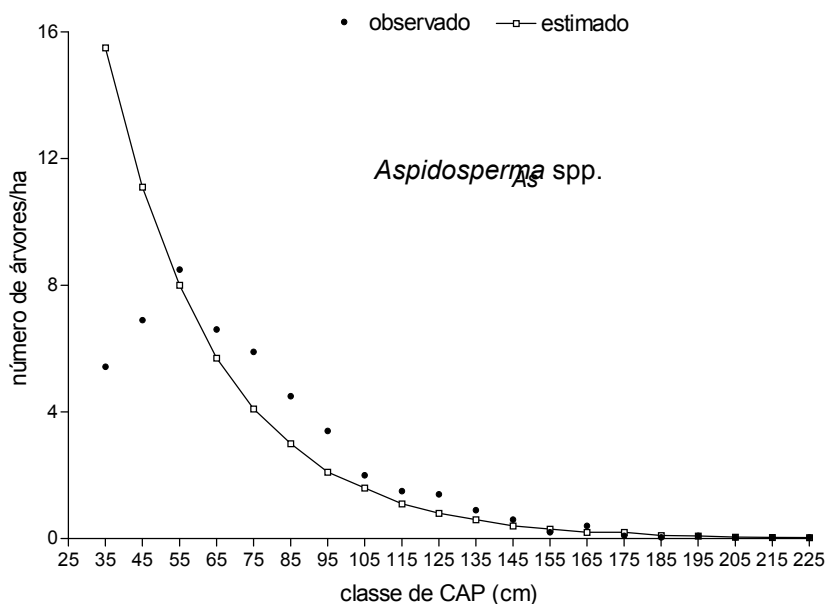


FIGURA 2: Ajuste da distribuição de diâmetro pela função de Meyer para o total da população de indivíduos de *Aspidosperma* spp na Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF.

Em todas as espécies constatou-se menor freqüência de indivíduos nas duas classes inferiores (30-39 cm e 40-49 cm), motivo pelo qual a função de Meyer não ajustou adequadamente os dados. Silva *et al.* (2004), analisando a estrutura fitossociológica e a regeneração natural do sub-bosque da Reserva, realmente, constatou a ausência de indivíduos jovens (15 cm<CAP>5 cm) de *Aspidosperma* spp, o que pode vir a comprometer sua conservação in situ no local.

Situação pouco mais confortável foi verificada para *Aspidosperma cylindrocarpon*, cuja distribuição assemelhou-se à distribuição total da população de espécies, conservando, porém, a mesma tendência (Figuras 1 e 3). A regeneração natural irregular dessas espécies, apesar da considerável produção anual de sementes, pode ser creditada à grande suscetibilidade de suas sementes e frutos à predação por insetos, e, ao eventual índice de mortalidade natural das

plântulas, uma vez que sua germinação no interior da floresta é consideravelmente abundante. Este problema agrava-se, ainda mais, quando se trata de *Aspidosperma discolor* que se concentra preferencialmente na região leste da Reserva, em áreas mais inclinadas, em solos pobres, com menor teor de matéria orgânica, onde as sementes têm menos chance de germinar. Além disso, por serem áreas com bastante declividade, as árvores estão mais expostas às correntes de vento, responsáveis pela dispersão de suas sementes e, por conseguinte, a germinação tende a ocorrer mais longe de seus progenitores, conforme constatado por Martins Netto (1992).

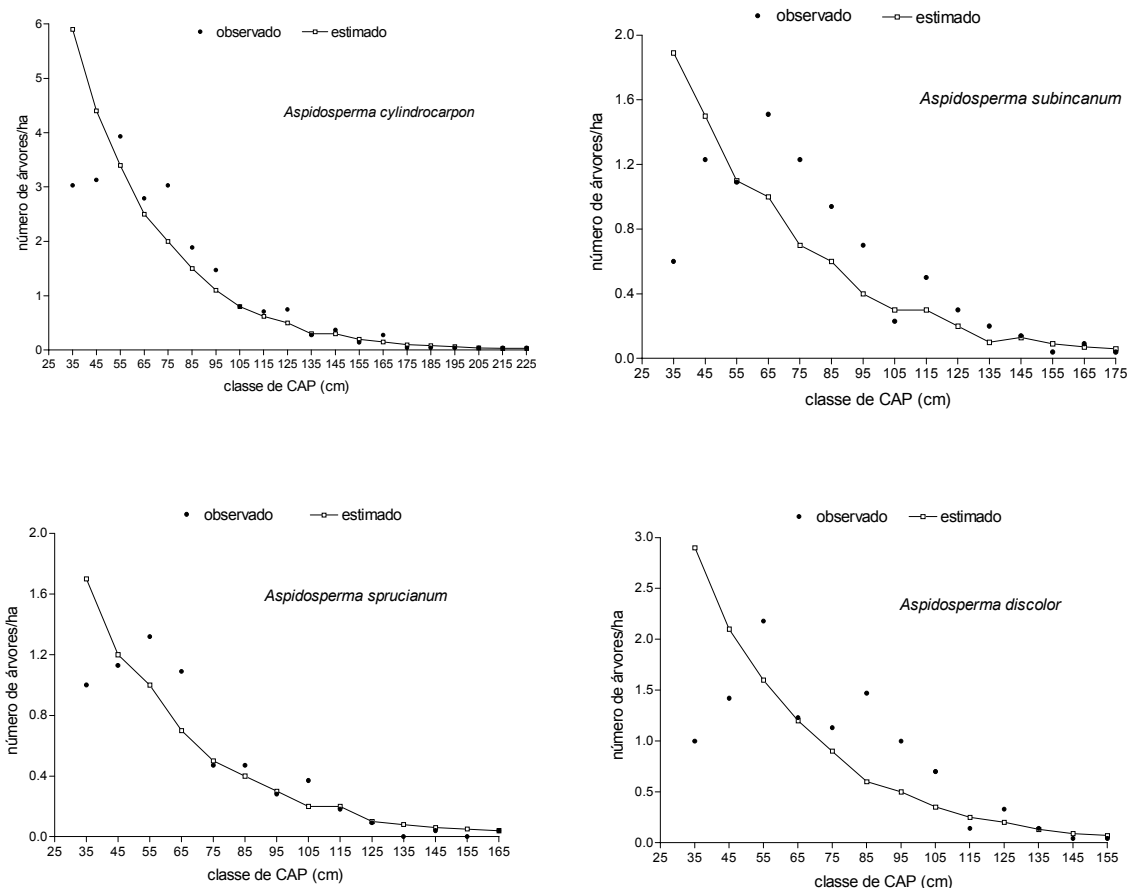


FIGURA 3: Ajuste da distribuição de diâmetros dos indivíduos de *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Aspidosperma subincanum*, *Aspidosperma spruceanum* e *Aspidosperma discolor* na Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF pela função de Meyer.

TABELA 2: Estatísticas para o ajuste da equação de Meyer aplicada à população dos indivíduos de *Aspidosperma* spp na Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF.

Espécie	β_j	Valor β_j	$S_{vx} \beta_j$	$t \beta_j$	Prob>t	R^2_{Aj}	S_{vx}
Total das espécies	b_0	3,89336	0,28746	13,54	0,0001	0,93	0,5212
	b_1	-0,03299	0,00202	-16,32	0,0001	--	--
<i>A. cylindrocarpon</i>	b_0	2,76455	0,25549	10,82	0,0001	0,93	0,4632
	b_1	-0,2822	0,00180	-15,71	0,0001	--	--
<i>A. subincanum</i>	b_0	1,50398	0,40076	3,75	0,0028	0,78	0,5891
	b_1	-0,02464	0,00358	-6,88	0,0001	--	--
<i>A. spruceanum</i>	b_0	1,57929	0,28281	5,58	0,0002	0,91	0,3768
	b_1	-0,02965	0,00282	-10,50	0,0001	--	--
<i>A. discolor</i>	b_0	2,16385	0,52807	4,10	0,0018	0,74	0,6977
	b_1	-0,03101	0,00517	-6,00	0,0001	--	--

Em que: β_j = estimativas dos coeficientes de regressão; $S_{vx} \beta_j$ = erro padrão da estimativa; Prob> t = nível de probabilidade; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado.

O Ajuste da função Weibull para o total das espécies pode ser visualizado na Tabela 3 e Figura 4. Ao contrário da função de Meyer, pode-se observar que a função Weibull subestimou a densidade dos indivíduos nas menores classes de CAP e a superestimou nas classes intermediárias, tendo, ainda, apresentado maior valores para o erro padrão das estimativas, em comparação às estimativas efetuadas pela função de Meyer. Fato semelhante pode ser também observado para as quatro espécies (Figura 5), sendo os melhores ajustes estimados para as espécies *Aspidosperma discolor* e *Aspidosperma cylindrocarpon* que apresentaram os maiores valores de coeficiente de determinação ajustado (R^2_{Aj}) e os menores valores de erro padrão estimado (S_{yx}). Deve-se salientar que, embora os valores de probabilidade estimados fossem altamente significativos para a função Weibull, os valores estimados para o erro padrão por esta função (0,9313 a 2,2117) foram maiores que os estimados pela função de Meyer (0,9313 a 0,6977).

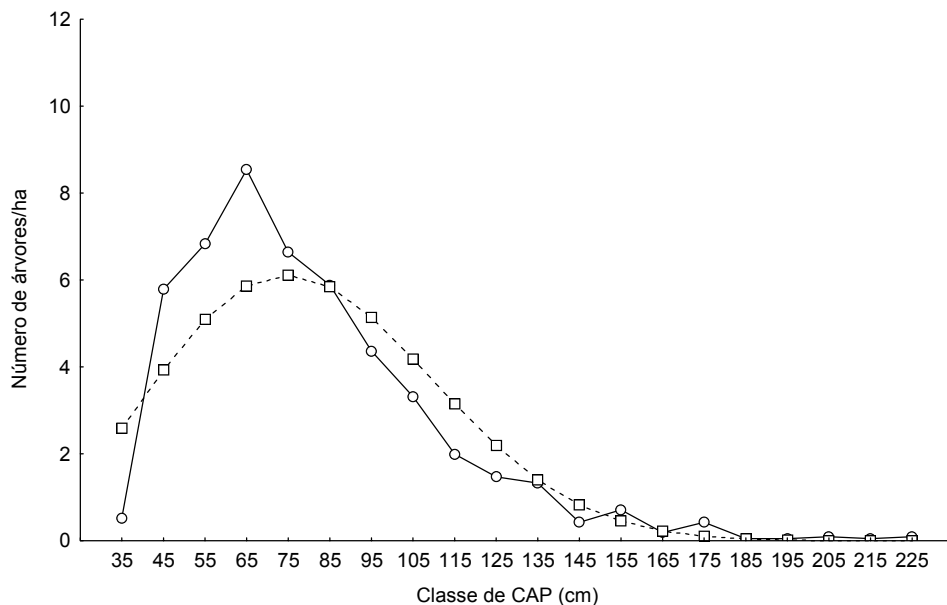


FIGURA 4: Ajuste da distribuição de diâmetro pela função de Weibull para o total da população de indivíduos de *Aspidosperma* spp na Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF. Frequências observadas (círculos com linha cheia) e estimadas (quadrados com linha pontilhada).

TABELA 3: Estatísticas para o ajuste da função de Weibull aplicada à população dos indivíduos de *Aspidosperma* spp na Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF.

Espécie	β_j	Valor β_j	R^2	R^2_{Aj}	Prob>t	Sx	S_{yx}
Total das espécies	b	79,7009	0,93	0,87	0,000000	29,8610	0,9313
	c	2,4770	--	--	0,000000	--	--
<i>A. cylindrocarpon</i>	b	81,1834	0,90	0,82	0,000000	33,1747	1,5064
	c	2,2834	--	--	0,000000	--	--
<i>A. subincanum</i>	b	82,4792	0,88	0,78	0,000022	27,9341	2,0821
	c	2,7543	--	--	0,000022	--	--
<i>A. spruceanum</i>	b	71,4596	0,89	0,81	0,000003	25,7934	2,2117
	c	2,5859	--	--	0,000003	--	--
<i>A. discolor</i>	b	78,9388	0,91	0,83	0,000000	25,2858	1,6783
	c	2,9706	--	--	0,000000	--	--

Em que: β_i = estimativas dos coeficientes de regressão; Sx = desvio padrão da população; S_{yx} = erro padrão da estimativa; Prob> t = nível de probabilidade; R^2 = coeficiente de determinação ajustado.

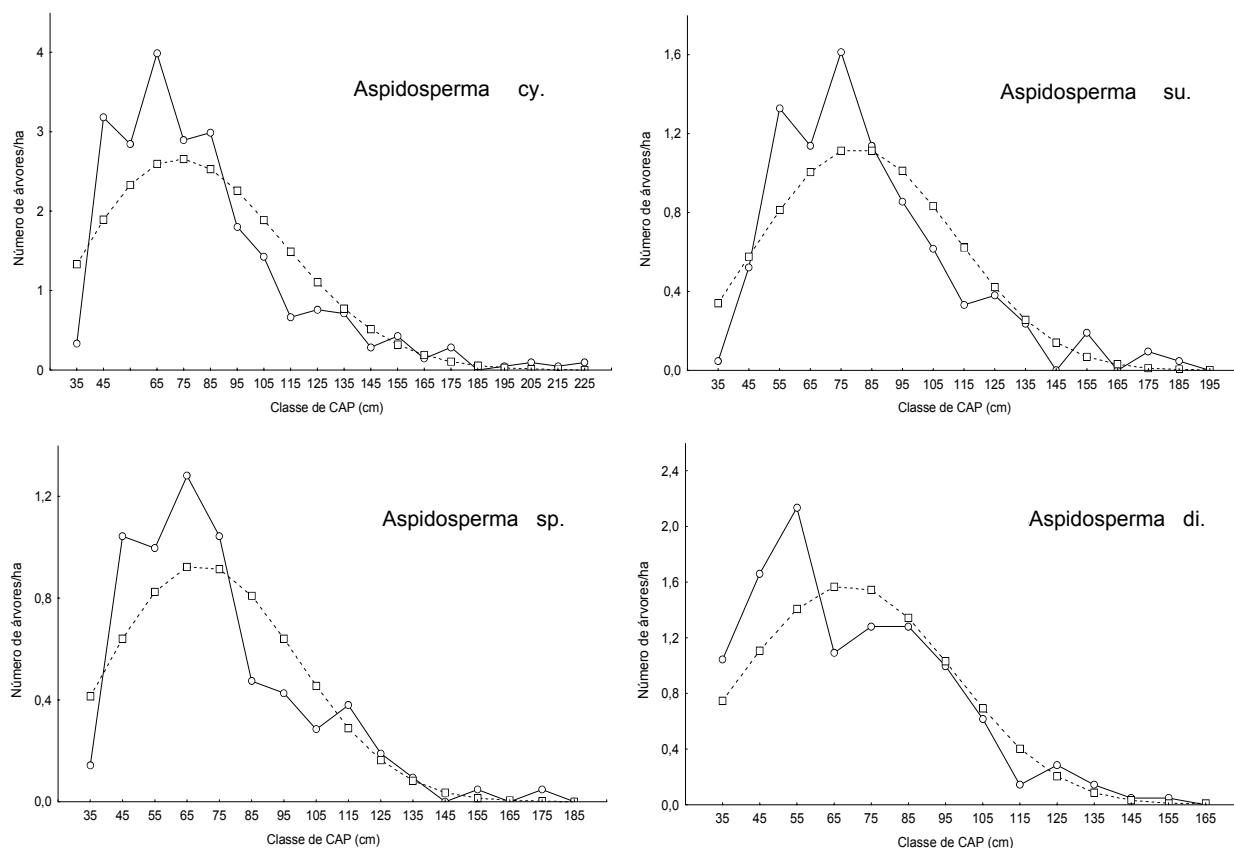


FIGURA 5: Ajuste da distribuição de diâmetros dos indivíduos de *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Aspidosperma subincanum*, *Aspidosperma spruceanum* e *Aspidosperma discolor* na Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF pela função de Weibull. Freqüências observadas (círculos com linha cheia) e estimadas (quadrados com linha pontilhada).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados do presente trabalho e para as condições de Mata de Galeria da reserva Tamanduá pode-se concluir:

- A estrutura diamétrica para todas as espécies e para o total das populações, embora apresentasse uma menor freqüência de indivíduos nas duas primeiras classes da distribuição, apresentou tendência ao padrão “J Invertido” característico de florestas naturais com populações de diferentes idades. Esta baixa densidade populacional nas duas primeiras classes de tamanho pode comprometer a estrutura populacional e, conseqüentemente, a conservação *in situ* destas populações.

- A função de Meyer apresentou um melhor ajuste aos dados, considerando os maiores valores do coeficiente de determinação ajustado e os menores valores para o erro padrão das estimativas, em comparação com a função Weibull. A função de Meyer superestimou a densidade de indivíduos nas menores classes de CAP, enquanto a função Weibull a subestimou nas menores classes e a superestimou nas classes intermediárias, motivo pelo qual apresentou pior ajuste.

AGRADECIMENTOS

À prof^a. Alba V. Rezende do Departamento de Engenharia Florestal da UnB pelo auxílio e sugestões. Ao pesquisador Gérson R. Lucas Fortes da Embrapa Recursos Genéticos pela revisão do resumo em inglês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORDER, B. E.; SOUTER, R. A.; BAILEY, R. L. & WARE, K. D. Percentile-based distribution characterize forest stand tables. **Forest Science**, v. 33, n. 2, p. 570-576, 1987.

BUNYAVEJCHEVIN, S.; BAKER, V., KANZAKI, M., ASHTON, P. S.; YAMAKURA, T. Spatial distribution patterns of the dominant canopy dipterocarp species in a seasonal evergreen forest in western Thailand. **Forest Ecology and Management**, v. 175. p. 87-101. 2003.

- CAO, Q. V. & BURKHART, H. E. A segmented distribution approach for modeling diameter frequency data. **Forest Science**, v. 30, p. 129-137, 1984.
- DIAS, B.F. de S. Fundação Pró-Natureza. **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília, IBAMA. 1992. 97p.
- EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. (org.) **Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília, Universidade de Brasília, p. 9-65, 1990.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. www.inmet.gov.br/climatologia/combo-climatologia-html/, 2004.
- MALTAMO, M.; KANGAS, A.; UUTERRA, J.; TORNIAINEN, T.; SARAMAIEKI, J. Comparison of percentile based prediction methods and the Weibull distribution in describing the diameter distribution of heterogeneous Scots pine stands. **Forest Ecology and Management**, v. 133, p. 263-274, 2000.
- MARTINS NETTO, D.A. **Aspectos demográficos de quatro espécies florestais na mata galeria da Reserva de Genética Tamanduá- DF**. UnB, 1992. 96p. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, Brasília.
- NEWBERY, D. McC.; RENSHAW, E.; BRÜNIG, E. F. Spatial pattern of trees in kerangas forest, Sarawak. **Vegetatio**, v. 65, p. 77-89, 1986.
- PAULA, J.E. de; ENCINAS, J.I; MENDONÇA, R.C. de; LEÇO, D.T. Estudo dendrométrico e ecológico de mata ripária da região Centro-Oeste. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 43-55, 1990.
- PRISM. **Analysing data with GraphPad Prism**. GraphPad Software, Inc. San Diego, California. 1999. 379 p.
- PRODAM, M. **Forest Biometrics**. New York, Pergamon Press, 1968, 447 p.
- SAS. **User's Guide: Statistics**. Cary, NC, North Caroline, Institute Inc., 1985.
- SCHIAVINI, I. **Estrutura das comunidades arbóreas de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia-MG)**. UNICAMP, 1992. 133p. Tese (Doutorado) Universidade de Campinas, Campinas.
- SILVA, J. A. da; LEITE, E. J.; ARMANDO, M. S.; NORONHA, S. E. de; REZENDE, J. M. **Monitoramento da Reserva Genética Florestal Tamanduá**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 40 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, **Documentos**, 86).
- SILVA, J. A. da; LEITE, E. J.; ARMANDO, M. S.; SALOMÃO, A. N.; REZENDE, J. M. Caracterização florística, fitossociológica e regeneração natural do subbosque da Reserva Genética Florestal Tamanduá, DF. **Ciência Florestal**, 18 p. prelo, 2004.
- SILVA JÚNIOR, M. C. da; NOGUEIRA, P. E. & FELFILI, J. M. Flora lenhosa no Brasil Central. **Bol. Herb. Paulo Heringer**, v. 2, p. 57-76, 1998.
- SIRÉN, G. The development of Spruce forest on raw húmus site in northern Finland and its ecology. **Acta Forestalia Fennica**, v. 62, p. 1-363, 1955.

IDENTIFICACIÓN SIMPLIFICADA DE DIAMETROS DASOMETRICOS

SINGLE FORM TO IDENTIFY SPECIAL DBH

José Imaña-Encinas¹

RESUMEN

La determinación de diámetros en cualquier tipo de formación forestal, ofrece parámetros dasométricos que son utilizados en planos de ordenación forestal. En una plantación de *Pinus caribaea* localizada en el Distrito Federal (Brasil) fue medido el DAP de 240 árboles con la finalidad de identificar didacticamente, a través de un procedimiento simplificado, los diámetros de Hohenadl, Weise, árbol central del sistema alemán, Lorey, Urich y Hartig.

Palabras claves: dendrometria, DAP medio, ordenación forestal

ABSTRACT

The dbh determination in any forest formation offers important forest management parameters. In a *Pinus caribaea* plantation located in the Brazilian Federal District were measure the dbh of 240 trees with the objective to determine through a single procedure the diameters of Hohenadl, Weise, German central tree, Lorey, Urich and Hartig.

Key words: forest mensuration, dbh, forest management.

INTRODUCCION

Se define a la dendrometria como la rama de la ciencia forestal que trata de la determinación o estimación de las dimensiones de los árboles, plantaciones y bosques, de su crecimiento y sus productos (Imaña-Encinas et al, 2002).

Entre las variables dendrométricas la principal de ellas es el diámetro a la altura del pecho – DAP, que por convención internacional esta localizado a 1,30 m del suelo. En países de lengua inglesa el dbh (diameter breast height) correspondiente al DAP esta localizado a una altura del suelo de 4,5 pies. En todas las acciones silviculturales y de ordenación forestal el DAP forma sin duda alguna los fundamentos para una serie de finalidades dasométricas, desde la indicación de comparación del análisis del crecimiento de un árbol o de una plantación hasta la ordenación cuantitativa y cualitativa de los parámetros del área basal, volumen de madera y clasificación del sitio.

Para describir el desarrollo o la calidad de una plantación o de un sitio forestal se hace necesario calcular entre otras variables el correspondiente diámetro medio. Fuera de los diámetros medio aritmético y ponderado utilizados normalmente en las prácticas de la mensura y ordenación forestal se deben determinar también los diámetros medios dasométricos. Estos diámetros dasométricos estan casi totalmente desconocidos en la literatura latinoamericana y en ese sentido preténdese con este trabajo ofrecer subsidios pertinentes.

Supóngase una decisión de raleo en una plantación forestal. El DAP medio aritmético probablemente será inferior al valor antes del raleo. No obstante si se realizase un raleo cortando los árboles pertenecientes a las primeras clases diamétricas, la respectiva campana de la distribución de los datos quedará al lado derecho de la curva de la distribución normal. Si el raleo fuese cortando los árboles superiores, el DAP medio quedará al lado izquierdo de la media aritmética inicial. En estas y en muchas otras circunstancias de la ingeniería forestal, para la correcta interpretación y coherente decisión de la ordenación y aplicación de los sistemas silviculturales y de la propia planificación forestal es que se debe determinar los diámetros medios dasométricos. En muchas situaciones de la ordenación forestal los DAPs deben estar ordenados en clases diamétricas una vez que muchas de las decisiones de planificación se las hará en función de esas agrupaciones considerando la interpretación de su distribución natural. Manteniendo la estructura de esas clases diamétricas también es posible calcular los diversos diámetros promedios como fue mostrado por Imaña Encinas (2003).

Con la finalidad de mostrar un procedimiento práctico de la identificación de los diámetros dasométricos de Hohenadl, Weise, árbol central del sistema alemán, Lorey, Urich y Hartig, fue medido el DAP de 240 árboles (Cuadro 1) en una plantación de *Pinus caribaea* localizada en la región central del Distrito Federal.

¹ Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Forestal de la Universidad de Brasilia. Caixa Postal 04427, 70919-970 Brasilia, DF – imana@unb.br

CUADRO 1: Relación de 240 DAPs en cm, ordenados por correspondiente valor creciente.

Nº	DAP		Nº.	DAP		Nº	DAP		Nº	DAP		Nº	DAP		Nº	DAP	
01	10,1		41	19,0		81	23,5		121	27,5	D_U	161	31,2		201	35,5	
02	10,9		42	19,0		82	23,5		122	27,6		162	31,2		202	35,7	d₊
03	11,7		43	19,0		83	23,5		123	27,7		163	31,4	D_{Hg}	203	35,9	
04	12,5		44	19,0		84	24,0		124	27,9		164	31,5		204	36,0	
05	12,7		45	19,0		85	24,0		125	28,0		165	31,5		205	36,0	
06	12,9		46	19,1		86	24,2		126	28,0		166	31,6		206	36,0	
07	13,3		47	19,2		87	24,3		127	28,0		167	31,6		207	36,0	
08	13,4		48	19,4		88	24,4		128	28,1		168	31,8		208	36,0	
09	13,5		49	19,5		89	24,5		129	28,2		169	32,0		209	36,4	
10	13,7		50	19,8		90	24,5		130	28,3		170	32,0		210	36,4	
11	13,8		51	19,9		91	24,7		131	28,3		171	32,0		211	36,5	
12	13,8		52	20,0		92	24,8		132	28,5		172	32,2		212	36,8	
13	14,5		53	20,0		93	25,0		133	28,5		173	32,4		213	37,1	
14	14,5		54	20,0		94	25,0		134	28,5		174	32,5		214	37,2	
15	14,6		55	20,2		95	25,0		135	28,8		175	32,5	D_Z	215	37,5	
16	14,8		56	20,5		96	25,1		136	29,0		176	32,7		216	38,5	
17	15,0		57	20,6		97	25,2		137	29,0		177	33,0		217	38,5	
18	15,0		58	21,0		98	25,2		138	29,0		178	33,0		218	38,6	
19	15,3		59	21,0		99	25,2		139	29,1		179	33,0		219	38,7	
20	15,5		60	21,1		100	25,5		140	29,2		180	33,0		220	38,9	
21	16,3		61	21,2		101	25,5		141	29,4		181	33,3		221	39,0	
22	16,4		62	21,4		102	25,6		142	29,5		182	33,4		222	39,3	
23	16,5		63	21,5		103	25,8		143	29,8	D_L	183	33,5		223	39,4	
24	16,5		64	21,5		104	26,0		144	30,0	D_w	184	33,5		224	39,5	
25	16,8		65	21,7		105	26,0		145	30,0		185	33,6		225	39,6	
26	16,8		66	21,7		106	26,1		146	30,0		186	33,6		226	39,8	
27	17,0		67	21,8		07	26,2		147	30,0		187	34,0		227	40,0	
28	17,1		68	22,0		08	26,3		148	30,1		188	34,1		228	40,3	
29	17,3		69	22,1		09	26,4		149	30,3		189	34,5		229	40,9	
30	17,4		70	22,2		110	26,5		150	30,3		190	34,5		230	41,0	
31	17,8		71	22,5		111	26,6		151	30,5		191	34,7		231	41,3	
32	18,0		72	22,7		112	26,7		152	30,5		192	35,0		232	42,6	
33	18,0		73	22,7		113	26,7		153	30,5		193	35,0		233	43,0	
34	18,0		74	22,8		14	26,7		154	30,6		194	35,0		234	43,0	
35	18,0		75	22,9		115	26,8		155	30,9		195	35,0		235	43,5	
36	18,0		76	23,0		116	26,8		156	31,0		196	35,0		236	44,3	
37	18,5		77	23,0		117	27,0		157	31,0		197	35,3		237	45,5	
38	18,8		78	23,3		118	27,0		158	31,0		198	35,4		238	46,0	
39	18,8	d₋	79	23,3		119	27,1		159	31,0		199	35,5		239	47,1	
40	18,9		80	23,4		120	27,5	D_H	160	31,0		200	35,5		240	48,7	

Onde: N° = número del árbol; d₋ = diámetro de Hohenadl menos un desvío; D_H = diámetro medio de Hohenadl; D_U = diámetro de Ulrich; D_L = diámetro de Lorey; D_w = diámetro de Weise; D_{Hg} = diámetro de Hartig; D_Z = diámetro del árbol central del sistema alemán; d₊ = diámetro de Hohenadl más un desvío.

Procedimiento de identificación de seis diámetros medios dasométricos

El diámetro promedio dasométrico por definición se relaciona con las secciones transversales o áreas basales del vuelo forestal, que considera como principio la distribución de frecuencias relativas de los diámetros individuales

existentes. En esta característica se fundamenta la semejanza entre las curvas de masa y las correspondientes tablas de cubicación.

Hohenadl identifica los diámetros representativos de una plantación partiendo de la premisa de que el comportamiento de los DAPs pueden ser descritos por una recta o parábola de segundo grado (Prodan, 1965). El diámetro promedio aritmético de los 240 DAPs fue calculado en $d_{arit} = 27,39$ cm, que corresponde también al diámetro medio de Hohenadl (D_H). Se debe considerar para el universo de los DAPs el diámetro promedio aritmético y su correspondiente desvío padrón, utilizando las expresiones:

$$d_+ = d_{arit} + s \quad y \quad d_- = d_{arit} - s.$$

En ese principio los diámetros de Hohenadl darán respuesta a 68% de la población considerada. En la práctica dasométrica, en un proceso de determinación simplificada, los diámetros d_- y d_+ pueden ser encontrados eliminando 16% de los valores de cada extremo de una lista ordenada de DAPs (Kramer e Akça, 1982). En el orden jerárquico de los 240 DAPs que constituye el total de la población aquí observada (Cuadro 1), el DAP en la posición del árbol 39 muestra un d_- con el valor de 18,80 cm y en la posición del árbol 202 el d_+ es igual a 35,70 cm. En ese sentido la campana de distribución de los DAPs para cualquier sistema de intervención forestal que pueda existir quedará entre esos valores.

En la misma relación ordenada de los datos de DAP, el diámetro medio de Weise (D_W) corresponde al valor del 60% del número de los DAPs comenzando su respectiva eliminación a partir de los árboles más delgados o eliminando 40% de los diámetros mayores (Finger, 1992; Machado e Figueiredo Filho, 2003). En la relación del Cuadro 1, el $D_W = 30,00$ cm corresponde al valor del árbol localizado en la 144ª posición. En plantaciones homogéneas y ordenadas donde la curva de la distribución normal presenta tendencia de simetría, el D_W se aproxima bastante al árbol con el volumen promedio de la población.

La determinación práctica del diámetro medio del árbol central del sistema alemán (D_Z) al igual que el diámetro promedio de Weise puede ser identificado eliminando de la lista ordenada de los valores de diámetros, el 30% de los valores superiores (Kramer e Akça, 1982). Para el caso específico de la relación de datos del Cuadro 1, el $D_Z = 32,50$ cm que corresponde al valor localizado en la 175ª posición. El D_Z se aproxima mucho al valor de la mediana de las áreas basales y es por esa razón que en Alemania es bastante utilizado en la construcción de tablas volumétricas y tablas tarifarias.

El diámetro dasométrico de Lorey (D_L) representa el árbol con la altura media de la correspondiente clase diamétrica (Müller, 1959). Para su determinación se hace necesario dividir la población completa de los datos de DAP en cinco clases diamétricas (Cuadro 2). Se observa que en este tipo de distribución los intervalos de las clases diamétricas corresponden muchas veces a fracciones poco amigables de trabajo. Para el caso de los datos del Cuadro 1, el intervalo correspondió a 8 cm resultante del cálculo $(50 - 10)/5$. El D_L de la población observada corresponde al valor de 29,87 cm.

CUADRO 2: Clasificación diamétrica de Lorey

C D	PMC	fr	PMC · fr	Σ DAP	Σ DAP / fr
10 – 18	14	36	504	547,4	15,20
18 – 26	22	69	1518	1538,0	22,29
26 – 34	30	82	2460	2452,0	29,90
34 – 42	38	44	1672	1632,8	37,11
42 – 50	46	09	414	403,7	44,85
Totales		240	6568		$D_L = 29,87$

CD = clase diamétrica; PMC = punto medio de la clase; fr = frecuencia

El diámetro dasométrico de Urich (D_U) se lo determina a través de la división del número total de individuos en cinco clases de igual tamaño de individuos (Cuadro 3). Referente a los datos del Cuadro 1 se dividirá $240/5 = 48$ que corresponderá al tamaño del intervalo de la clase diamétrica. Posteriormente se debe sumar los correspondientes valores de DAP para después proceder con el cálculo promedio aritmético de los DAPs de las clases diamétricas calculadas. En función de los datos de la Cuadro 3, el $D_U = 27,39$ cm.

CUADRO 3: Clasificación diamétrica de Urich

C D	fr	Σ DAP	Σ DAP / fr
10 – 19	48	775,1	16,15
19 – 25	48	1080,3	22,51
25 – 30	48	1316,3	27,42
30 – 35	48	1538,5	32,05
35 – 48	48	1863,7	38,83
Totales	240		$D_U = 27,39$

El diámetro dasométrico de Hartig (D_{HA}) se lo obtiene a través del cálculo de las áreas basales. El total de la área basal será dividido en cinco classes de igual tamaño de área basal. Para los datos en observación será $15,377 \div 5 = 3,0754 \text{ m}^2$. Normalmente no será posible establecer tamaños idénticos de áreas basales por clase diamétrica, y en ese sentido se debe proceder a determinar su mayor aproximación posible. Por consecuencia serán sumados todos los valores de DAP de la respectiva clase diamétrica. En relación a los datos medidos, o correspondiente diámetro dasométrico de Hartig será igual a $D_{HA} = 31,38 \text{ cm}$, conforme se muestra en la Cuadro 4.

CUADRO 4: Clasificación diamétrica de Hartig

C D	fr	Σg	ΣDAP	$\Sigma \text{DAP} / \text{fr}$
10 – 25	99	3,0758	1931,0	19,50
25 – 30	50	3,0474	1391,1	27,82
30 – 34	38	3,0560	1215,3	31,98
34 – 38	30	3,0366	1076,5	35,88
38 – 48	23	3,1619	960,0	41,74
Totales	240	15,3777		$D_{HA} = 31,38$

$g = \text{área basal em m}^2$

CONSIDERACIONES FINALES

Se concluye que de las mediciones dendrométricas y de los correspondientes resultados destas, se obtienen parámetros que por síntesis pasan a ser atributos de la respectiva masa forestal mediante la suma y su promediación. En ese sentido el promedio de los valores individuales de cierta magnitud considerada, podrá obtener por definición, valores promedios representativos de una pluralidad o colectividad forestal previamente definida. La simple extrapolación de valores centrales para un colectivo no siempre demostrará el comportamiento del total de la masa forestal pero será imprescindible su conocimiento para respectivos procedimientos de pronósticos de planificación y ordenación forestal.

Fueron mostrados los resultados del cálculo correspondiente de la identificación de seis diámetros promedios dasométricos, que podrán ser utilizados en trabajos de ordenación forestal.

La determinación del diámetro promedio dasométrico más correto y preciso dependerá de la finalidad o asunto que podrá ser tratado y de como será ordenada la plantación o bosque respectivo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM, Centro de Pesquisas Florestais, 1992. 269p.
- IMAÑA-ENCINAS, J. **Dasometria práctica**. Brasília. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 1998. 117p.
- IMAÑA-ENCINAS, J. Determinação dos diâmetros de Hohenadl. In: Anais (CD-Rom) Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, 9. Nova Prata (RS), setembro 2003.
- KRAMER, H.; AKÇA, A. **Leitfaden für Dendrometrie und Bestandesinventur**. Frankfurt am Main (Alemania): J.D. Sauerländer's Verlag, 1962. 251p.
- MACHADO, S. do A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba: A. Figueiredo Filho, 2003. 309p.
- MÜLLER, R. **Grundlagen der Forstwirtschaft**. Hannover (Alemania): Schaper Verlag, 1959. 1257p.
- PRODAN, M. **Holzmesslehre**. Frankfurt am Main (Alemania): J.D. Sauerländer's Verlag, 1965. 643p.

DENSIDADE E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM FLORESTA SECUNDÁRIA NA AMAZÔNIA ORIENTAL

DENSITY AND FLORISTIC COMPOSITION OF THE SOIL SEED BANK IN THE SECONDARY FOREST IN EASTERN AMAZONIAN

Helaine Kéllem Oliveira Dias¹ Maristela Machado Araújo² Edna Luciana Modesto³
Neuber de Oliveira Brandão⁴ John Nascimento de Oliveira⁴

RESUMO

O estudo do banco de sementes do solo em floresta secundária na Amazônia Oriental (1°19' S e 47°57' W) permite um melhor entendimento dos mecanismos fundamentais de regeneração natural nestes ecossistemas. Com o objetivo de determinar a densidade de sementes e a composição florística do banco de sementes do solo, coletou-se 40 amostras de solo em parcelas de (10m x 10m), sendo que cada uma destas foi subdividida em duas frações: Serapiheira e Solo. A densidade total de sementes germinadas foi 10.314 sem/m², sendo que a maior densidade ocorreu na fração solo com 8.302 sem/m², enquanto na fração serapilheira germinaram 2.012 sem/m². A composição florística do solo foi dominada por espécies pioneiras como: *Coutoubea spicata* (33.92%), *Miconia ceramicarpa* (18.95%), *Borreria verticilata* (16.35%) e *Lindernia crustacea* (8.74%), na floresta secundária de oito anos.

Palavras-chaves: Densidade de sementes; Banco de sementes do solo; Composição florística; Floresta secundária.

ABSTRACT

The soil seed bank study in the secondary forest Eastern Amazonian allows a better understanding of the mechanisms that are important to the natural regrowth in those ecosystems. Intending to determine the seed density of floristic composition of de seed bank, from plots (10m x 10m) forty soil samples each one of those were sub-divided in two parts: undergrowth and soil. The total density of germinated seeds showed a value of 10.314 seed/m². Where the higher seed density occurred in the part of soil with 8.302 seed/m². While in the part of undergrowth 2.012 seed/m² germinated. The soil seed bank floristic composition was dominated by pioneers as build up soil seed bank ecological species group. *Coutoubea spicata* (33.92%), *Miconia ceramicarpa* (18.95%), *Borreria verticilata* (16.35%) e *Lindernia crustacea* (8.74%), in the secondary forest of eight years.

Key words: Seeds density, Soil seed bank, Floristic composition, Secondary forest.

INTRODUÇÃO

Desde o início do processo de colonização, a Amazônia vem sofrendo pressões econômicas e ecológicas cada vez mais intensas. Isto tem ocorrido devido às práticas de agricultura e pecuária exercidas pelo homem (ações antrópicas). E grande parte destas florestas tem sofrido intensas alterações antrópicas, principalmente, por serem regiões de fácil acesso.

Ao longo das principais rodovias de acesso ao Estado do Pará, pode-se observar que devido as práticas de agricultura migratória que a vegetação tem sido substituída por florestas secundárias, comumente, denominadas de capoeiras.

Atualmente, nesta região, existem florestas em diferentes estágios de sucessão, as quais têm sido estudadas e valorizadas quanto ao seqüestro de carbono da atmosfera.

A estrutura e funcionamento destas florestas conduzem à busca de informações básicas de como ocorrem os processos fisiológicos, a produção primária líquida, a forma que as espécies regeneram, desenvolvem, se estabelecem e se sucedem, em relação aos fatores abióticos limitantes ao desenvolvimento da floresta.

Neste contexto, objetiva-se obter informações de densidade e composição florística do banco de sementes do solo, para então compreender o processo de regeneração natural da floresta.

¹ Eng. Ftal. Estudante de Mestrado em Ciências Florestais na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Rua Santa Fé, 27. Bairro Sacramenta. CEP 66123470, Belém-PA. Email: kellemdias@yahoo.com.br

² Orientadora Prof. Dra. Eng. Ftal. Escola Agrotécnica Federal de Castanhal. Rodovia BR 316, Km 63, S/N, Bairro Saudade. CEP 68740-970, Castanhal – PA. E-mail: eumarisbr@yahoo.com.br

³ Acadêmico de Agronomia Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: nbrandao@yahoo.com.br

⁴ Acadêmico de Engenharia Florestal Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: johnufra@yahoo.com.br

REVISÃO DE LITERATURA

Johnson *et al.* (2000) observaram que os principais fatores que atuam no crescimento de florestas secundárias tropicais são água e nutrientes.

Considerando, as observações desses autores, se o crescimento é influenciado pela disponibilidade de água e nutrientes, da mesma forma deve ocorrer na reprodução, pois conforme Lambers *et al.* (1998) sob estresse esses processos são os mais atingidos.

Conforme Richards (1998), a abundância de plântulas depende da disponibilidade de sementes viáveis dispersadas na área e/ou que se encontram dormentes no solo. O fluxo de sementes e o banco de sementes do solo representam a população potencial de determinada floresta (Harper, 1977).

Martinez-Ramos & Soto-Castro (1993) observaram que o fluxo de sementes é a maior fonte de propágulos para a regeneração. A dispersão que ocorre na floresta é composta por sementes locais e imigrantes. As sementes produzidas no local promovem a auto-regeneração da floresta, enquanto aquelas que são trazidas por agentes dispersores representam o avanço da regeneração de indivíduos e espécies externas da área.

O banco de sementes do solo é um conjunto de sementes não germinadas, potencialmente capazes de substituir plantas adultas que morrem (Baker, 1989), ocorre na maioria dos habitats e o número de indivíduos presentes como propágulos dormentes excede o número de plantas, além disso, o estoque de sementes enterradas é composto parcialmente por sementes produzidas na área e parte por sementes dispersadas de outro local (Harper, 1977).

Conforme Garwood (1989) a densidade de sementes nos solos pode variar muito, conforme a região de estudo, histórico da área, tipo de vegetação e profundidade de coleta.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em floresta secundária na Estação Experimental de Castanhal, (1°19' S e 47°57' W), pertencente à Universidade Federal Rural da Amazônia UFRA.

A área de estudo pertence à Região Bragantina, caracterizada por intensas alterações dos ecossistemas florestais. As áreas de florestas depois de alteradas, por corte e queima, são utilizadas na agricultura por alguns anos, quando então são abandonadas dando início ao processo de sucessão florestal.

Os solos da área são classificados como latossolo amarelo de textura argilosa, com presença de concrecionário laterítico (Tenório *et al.*, 1999).

O clima, conforme classificação de Köppen, é do tipo Am, com temperatura média mensal entre 24,7 °C e 27,3 °C, precipitação média anual entre 2000 e 2500mm, com estação chuvosa de dezembro a maio e umidade relativa do ar entre 78 e 90% (Martorano *et al.*, 1993).

Foram coletadas, aleatoriamente, 40 amostras de solo em parcelas de (10 x 10m), na profundidade de cinco centímetros, as quais no ato da coleta foram separadas em duas frações: (Serapilheira e Solo). E, após a coleta o material foi conduzido à casa de vegetação na UFRA, com sombrite 50%, o que impede a entrada de propágulos externos. A delimitação das amostras foi realizada com gabarito (0,25 m x 0,25 m), e padronizada com auxílio de régua centimétrica.

As amostras foram armazenadas em sacos plásticos, sendo devidamente etiquetados, com o número do ponto de coleta (parcela/amostra), e então conduzidas à germinação em casa de vegetação. O experimento foi monitorado e irrigado diariamente. A identificação e contagem foram feitas mensalmente. E a análise dos resultados foi obtida a partir da média das amostras coletadas por parcela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade total por amostra do banco de sementes do solo apresentou 10.314 sem/m² germinadas nos primeiros cinco centímetros do solo. A maior densidade destas sementes viáveis ocorreu na fração solo com 8.302 sem/m², seguida pela fração serapilheira com 2.012 sem/m². A figura 1 apresenta o número de sementes germinadas por metro quadrado em cada mês de observação. As densidades mínimas e máximas de sementes/m² foram: na serapilheira (106-568) e no solo (570-2118), respectivamente, germinadas num período de oito meses de observações.

Resultados semelhantes foram observados por Baidier *et al.* (2001), estudando o banco de sementes na mesma profundidade, em vegetação de cinco anos de idade na floresta atlântica, obtendo densidade de sementes viáveis das espécies herbáceas com 11.003 sem/m². E por Butler & Chazdon (1998), que encontraram uma densidade de 5.476 sem/m², no banco de sementes do solo de uma floresta tropical secundária na Costa Rica.

Young *et al.* (1987), estudando as sementes durante a sucessão florestal, em floresta secundária, observou que esta apresenta uma maior densidade de sementes do que uma floresta primária. Fato este, que pode validar a elevada densidade de sementes encontrada nesta pesquisa. Assim, com o avanço da sucessão florestal ocorre uma determinada diminuição da densidade de sementes no banco de sementes do solo.

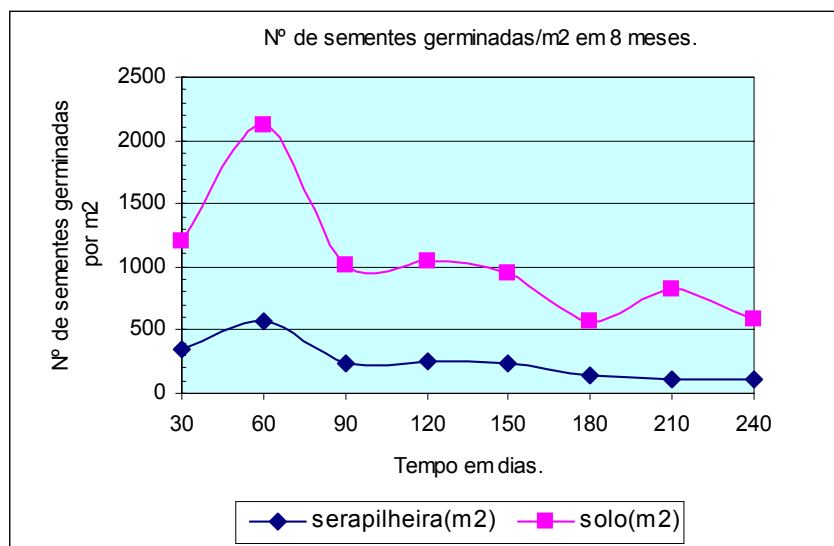


FIGURA 1. Nº de sementes germinadas por metro quadrado na floresta secundária a cada mês de identificação.

A porcentagem de germinação apresentou uma tendência crescente do primeiro ao segundo mês, decrescendo a partir do terceiro mês com suaves variações nos meses seguintes. Acredita-se que este resultado possa ser explicado pelo fato de que no primeiro mês ocorrera, principalmente, a superação da dormência das sementes, ou seja, elas passaram por um período de estabilização com o novo ambiente, para em seguida aumentarem a porcentagem de germinação. A partir do quarto mês as sementes presentes começaram a se extinguir, causando a menor germinação aos 180 dias, e nesta ocasião, o solo foi revirado a fim proporcionar maior exposição das sementes, que estavam no fundo das bandejas, à incidência de luz. E como se pode observar na Figura 2, a porcentagem de sementes germinadas no sétimo mês, ou aos 210 dias, aumentou.

Segundo Ferraz, (2003) a temperatura de germinação é normalmente correlacionada com as condições ambientais da época de germinação no ambiente natural.

Neste contexto, Garwood (1989) relatou que o banco de sementes do solo depende das condições ambientais e subseqüentes mudanças como, por exemplo, a abertura de uma clareira, pois, a incidência de luz sobre as sementes poderá incentivar a superação da dormência, fazendo com que a semente germine, e então passe a fazer parte do banco de sementes do solo, tornando-se integrante do banco de plântulas.

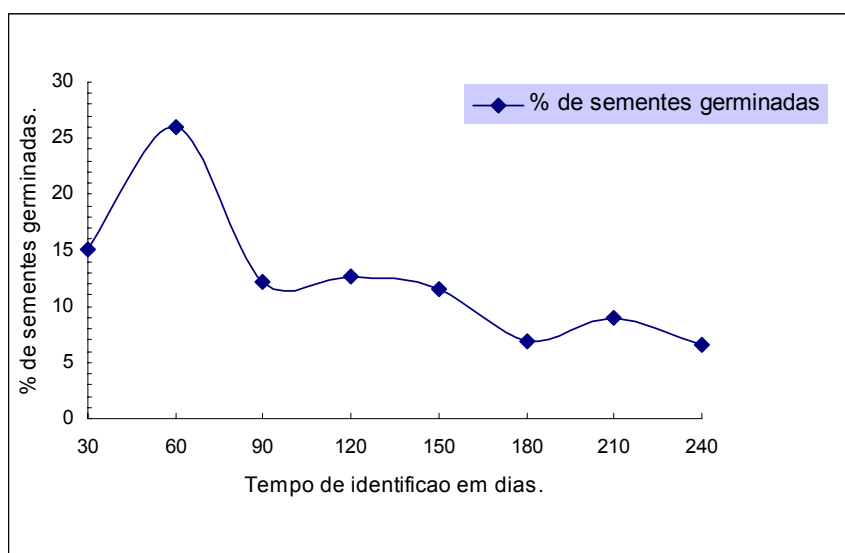


FIGURA 2. Percentagem de sementes germinadas em 2.5m², durante oito meses, na floresta secundária estudada, em Castanhal PA Amazônia Oriental.

A forma de vida erva predominou sobre as outras formas de vida com 58% das espécies. Entretanto, a forma de vida arbusto apresentou-se de forma expressiva com 40% das sementes germinadas. No entanto, as formas de vida árvore e cipó apresentaram, cada uma, apenas 1% das sementes germinadas. Figura 3.

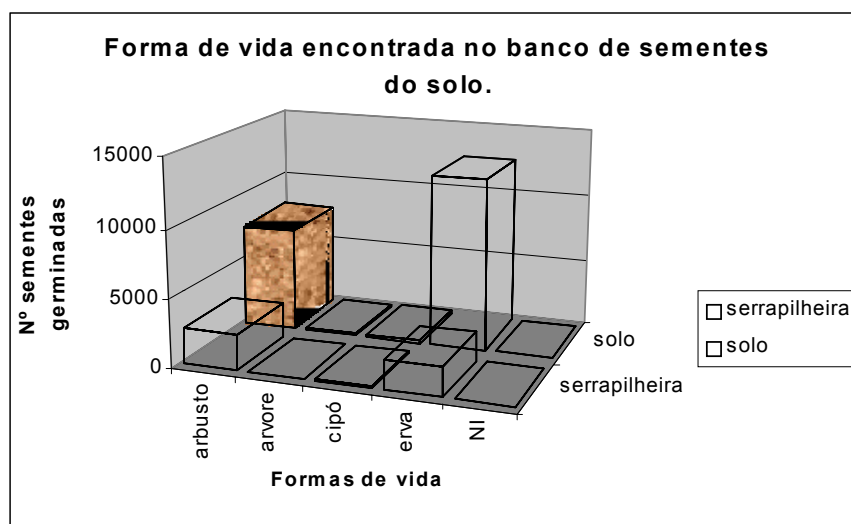


FIGURA 3: Densidade do banco de sementes em 5 cm de profundidade de acordo com as formas de vida (arbusto, árvore, cipó, erva e não identificadas) na floresta sucessional de oito anos nas frações serrapilheira e solo, na Amazônia Oriental.

Garcia (1995), num estudo sobre o relacionamento entre as ervas daninhas e o banco de sementes do solo em agrossistema tropical, encontrou 41% das espécies acima do solo com a forma de vida erva e um ano depois foram encontradas 39%, da mesma forma de vida, nas amostras do solo.

Enright (1995), em estudando a relação entre a chuva de sementes e o banco de sementes em floresta tropical observou que a forma de vida erva apresentou-se de forma muito mais relevante que a forma de vida árvore e estimou que 10% das sementes provenientes do fluxo (chuva) de sementes passam a fazer parte do banco de sementes persistentes do solo.

Em relação composição florística do banco de sementes do solo da floresta secundária em estudo, foram encontradas 23 famílias, 51 gêneros, e 65 espécies, de acordo com a tabela 1. A espécie que ocorreu com maior densidade por metro quadrado foi *Coutoubea spicata* com 33.92% do total de sementes germinadas no banco de sementes do solo, sendo também responsável por mais de 58% da forma de vida erva, na floresta secundária em Castanhal na Amazônia Oriental. Seguida pelas espécies: *Miconia ceramicarpa*, *Borreria verticilata* e *Lindernia crustacea* com 18.95%, 16.35% e 8.74%, respectivamente.

A floresta secundária em questão tem oito anos, e é oriunda de uma sucessão ecológica pós corte e queima para cultivo de culturas agrícolas, e foi abandonada após a estas ações antrópicas. Certamente, a elevada ocorrência de espécies herbáceas no banco de sementes do solo desta área, já era esperada, pois, as maiorias das espécies herbáceas, mesmo tendo um curto ciclo de vida, disseminam com muito vigor, assim suas sementes passam a fazer parte do banco de sementes persistentes do solo.

Araujo *et al* (2001), estudando a densidade e a composição do banco de sementes do solo na Amazônia Oriental, afirmou que a espécie *Miconia serialis*, apresentou maior densidade em floresta sucessional de seis anos, com 44.45% das espécies. Contudo, registrou que *Borreria verticilata*, embora com menor densidade, mostrou-se de forma representativa. Assim como, obteve certo destaque neste estudo como a terceira espécie que apresentou maior densidade de sem/m².

Um outro fator que se deve considerar é o fluxo de sementes na área. Hall & Swaine (1980), constataram que poucas são as sementes, nas amostras de solo, que foram dispersadas pelo vento. E, Snow (1981), dividiu pássaros dispersores frutíferos em duas classes: Oportunistas e Especialistas, onde, os oportunistas são adaptados tipicamente a frutos pequenos de (5 - 10mm), os quais são fontes de carboidratos típicos de árvores pioneiras. Enquanto, os especialistas são adaptados a frutos normalmente grandes e são típicos de árvores clímax.

CONCLUSÕES

A menor densidade de sementes ocorreu na fração serrapilheira, por apresentar características de banco de sementes transiente, pois nesta fração estão aquelas sementes recém chegadas ou recém dispersadas na área. Em contrapartida, a maior densidade de sementes por metro quadrado, foi encontrada na fração solo, pois as sementes permanecem armazenadas por muito mais tempo apenas esperando as melhores condições de germinação, como, por exemplo, a abertura de uma clareira para a superação da, suposta, dormência destas sementes. Caracterizando, assim, como um banco de sementes persistente, típico de espécies pioneiras.

TABELA 1: Nomes científicos, família, forma de vida (FV) e número de sementes por metro quadrado em cada fração estudada (NS Serapilheira e NS Solo), identificadas em 2.5m², no banco de sementes da floresta secundária, na região Bragantina, Amazônia Oriental.

Nº	Espécies	Família	F V	N.S Ser/m2	N.S Sol/m2	Total
1	<i>Alibertia edulis</i>	Rubiaceae	Arbusto	0	0,8	0,8
2	<i>Alibertia myrciifolia</i>	Rubiaceae	Arbusto	2,4	0	2,4
3	<i>Banara guianensis</i>	Flacourtiaceae	Arvore	1,6	2,8	4,4
4	<i>Borreria latifolia</i>	Rubiaceae	Arbusto	2,4	8,8	11,2
5	<i>Borreria verticillata</i>	Rubiaceae	Arbusto	250,8	1436,4	1687,2
6	<i>Cabomba aquática</i>	Scrophulariaceae	Erva	11,2	5,6	16,8
7	<i>Casearea arborea</i>	Flacourtiaceae	Arvore	1,2	2,4	3,6
8	<i>Cecropia palmata</i>	Cecropiaceae	Arvore	2,4	2,8	5,2
9	<i>Chelonanthus sp</i>	Gentianaceae	Erva	1,2	17,6	18,8
10	<i>Chelonanthus alatus</i>	Gentianaceae	Erva	0,4	2,4	2,8
11	<i>Chelonanthus chelonoides</i>	Gentianaceae	Erva	0,4	3,6	4
12	<i>Clidemia hirca</i>	Melastomataceae	Erva	0	2,8	2,8
13	<i>Conobia aquática</i>			0,4	0	0,4
14	<i>Coutoubea spicata</i>	Gentianaceae	Erva	475,2	3023,2	3498,4
15	<i>Crotton trinitates</i>	Euphorbiaceae	Arbusto	0,4	7,6	8
16	<i>Cyperus diffusus</i>	Cyperaceae	Erva	13,2	94,4	107,6
17	<i>Cyperus sphacellatus</i>	Cyperaceae	Erva	0	0,4	0,4
18	<i>Davilla rugosa</i>	Dilleniaceae	Cipó	2	22,4	24,4
19	<i>Desmodium barbatum</i>	Fabaceae	Arbusto	4	11,6	15,6
20	<i>Desmodium sp</i>	Fabaceae	Arbusto	0,4	0	0,4
21	<i>Dichromena ciliata</i>	Cyperaceae	Erva	71,2	523,2	594,4
22	<i>Digitallis horizontalis</i>	Poaceae	Erva	3,6	58,8	62,4
23	<i>Doliocarpus brevipedicellatus</i>	Dilleniaceae	Cipó	0	0,4	0,4
24	<i>Emilia sonchifolia</i>	Asteraceae	Erva	2	1,2	3,2
25	<i>Erechitithes hieracifolia</i>	Asteraceae	Erva	0	1,6	1,6
26	<i>Eupatarium eudoratum</i>			0	0,4	0,4
27	<i>Fimbristiles meliácea</i>	Cyperaceae	Erva	63,2	344,4	407,6
28	<i>Gouania cornifolia</i>	Rhamnaceae	Cipó	1,2	3,2	4,4
29	<i>Hybantus ipecaquania</i>		Erva	0	0,4	0,4
30	<i>Hyptis athrorubens</i>	Lammiaceae	Erva	0,8	1,6	2,4
31	<i>Irbachia alata</i>	Gentianaceae	Erva	4	16,4	20,4
32	<i>Lacistema pubescens</i>	Lacistemataceae	Arvore	0,8	6	6,8
33	<i>Lindernia sp</i>	Scrophulariaceae	Erva	0	4	4
34	<i>Lindernia crustacea</i>	Scrophulariaceae	Erva	152	748,8	900,8
36	<i>Lindernia diffusa</i>	Scrophulariaceae	Erva	0	6,4	6,4
37	<i>Mandevilla hirsuta</i>	Apocynaceae	Cipó	6	2	8
38	<i>Mandevilla scabra</i>	Apocynaceae	Cipó	0,4	0,8	1,2
39	<i>Miconia ceramicarpa</i>	Melastomatacese	Arbusto	678,4	1275,2	1954,8
41	<i>Miconia ciliata</i>	Melastomatacese	Arbusto	111,2	269,6	380,8
42	<i>Miconia sp</i>	Melastomatacese	Arbusto	0	0,8	0,8

43	<i>Myrcia sylvatica</i>	Myrtaceae	Arvore	0	0,8	0,8
44	<i>Nepzeria aquática</i>	Melastomataceae	Erva	4	12,8	16,8
45	<i>Panicum maximum</i>	Poaceae	Erva	2	2,8	4,8
46	<i>Panicum pilosum</i>	Poaceae	Erva	39,2	70,8	110
47	<i>Paspalum sp</i>	Poaceae	Erva	15,2	32,4	47,6
48	<i>Paspalum conjugatum</i>	Poaceae	Erva	0,8	0,4	1,2
49	<i>Phyllanthus niruri</i>	Euphobiaceae	Erva	6,4	23,2	29,6
50	<i>Porofilium elipticum</i>			0,4	0	0,4
51	<i>Psychotria racemosa</i>	Rubiaceae	Arbusto	0,4	0	0,4
52	<i>Pterolepis trichotoma</i>	Melastomataceae	Arbusto	9,2	46	55,2
53	<i>Rollinia exsucca</i>	Annonaceae	Arvore	0	2,4	2,4
54	<i>Rourea ligulata</i>	Connaraceae	Cipó	2,8	4,8	7,6
55	<i>Sabicea áspera</i>	Rubiaceae	Cipó	31,2	42	73,2
56	<i>Sauvagesia erecta</i>	Ochnaceae	Erva	2	10	12
57	<i>Scleria pterota</i>	Cyperaceae	Erva	7,6	26,8	34,4
58	<i>Scoparia dulcis</i>	Scrophulariaceae	Erva	0	0,8	0,8
59	<i>Sebastiania corniculata</i>	Euphorbiaceae	Erva	0,4	4,8	5,2
60	<i>Sida glomerata</i>	Malvaceae	Arbusto	0	0,4	0,4
61	<i>Solanum sp.</i>	Solanaceae	Arbusto	0	0,4	0,4
62	<i>Solano rugosum</i>	Solanaceae	Arbusto	0,4	0,4	0,8
63	<i>Tibouchina áspera</i>	Melastomataceae	Arbusto	0,4	18	18,4
64	<i>Trema micrantha</i>	Ulmaceae	Arvore	1,6	2,8	4,4
65	<i>Vismia guianensis</i>	Clusiaceae	Arvore	19,6	57,6	77,2
66	<i>Wullfia baccata</i>	Asteraceae	Arbusto	0,4	0,4	0,8
67	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Rutaceae	Arvore	0,8	0,4	1,2
	Não Identificada*			3,2	28,8	32
Total Global				2012,4	8302	10314

A forma de vida erva foi a mais abundante, representada com 33,92% do total de sementes, pela espécie *Coutoubea spicata*. As espécies pioneiras logo germinam após a ação antrópica em uma área de sucessão natural, demonstrando, assim, a importância ecológica deste grupo ecológico para a recuperação de um ecossistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, M. M.; OLIVEIRA, F de. A.; VIEIRA, I. C. G.; BARROS, P. L. C de.; Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guama, na Amazônia Oriental. **Scientia Forestalis**, Belém, n. 59, p. 115-130, jun. 2001.

BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANIA, W. The soil seed bank during atlantic forest regeneration in southeast brazil. **Revista brasileira de biologia**, v. 61, n. 1, p. 1-14, fev. 2001.

BAKER, H. G. Some aspects of the natural history of seed banks. In: Leck, M. A.; Parker, V. T.; Simpson, R. L. **Ecology soil seed banks**. San Diego: Academic Press, 1989. p.9-21.

BUTLER, J. B.; CHAZDON, L. R.; Species Richness, Spatial Variacion and Abundance of soil seed bank of a secondary tropical rain forest. **Biotropica**, 30. nº 2, p. 214-222, Jun., 1998.

ENRIGHT, N. J.; The relationship between seed rain and soil seed bank in a temperate rainforest stand near Alkland. **Journal of Botany Abstract**, nov. 1995.

FERRAZ, I. D. K.; VARELA, V. P.; Temperatura ótima para a germinação das sementes de trinta espécies florestais da Amazônia. In: PROJETO JACARANDA FASE II: PESQUISAS

FLORESTAIS NA AMAZÔNIA CENTRAL, 2003, Manaus. INPA, p. 117-127, 2003.

GARCIA, M. A.; Relationships between weed community and soil seed bank in a tropical agroecosystem. **Agriculture Ecosystems & Environmen**. Vol. 55, p. 139-146, 1995.

GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In: Leck, M. A.; Parker, T.; Simpson, R. L. **Ecology of soil seed bank**. San Diego: Academic Press, 1989, p.149-209.

HALL, J. B.; SWAINE, M. D. Seed stocks in Ghanaian forest soils. **Biotropica**, 12, p. 256-263, 1980.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 892p.

JOHNSON, C. M.; ZARIN, D. J.; JOHNSON, A. H. Post disturbance aboveground biomass accumulation in global secondary forests: Climate, soil texture, and forest type effects. **Ecology**, 81: 1395-1401. 2000.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer, 1998. 540p.

MARTINEZ-RAMOS, M.; SOTO-CASTRO, A. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain Forest. In: Fleming, A.; Estrada, A. (eds.). Frugivory and Seed Dispersal: **Ecological and Evolutionary Aspects**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p.299-318. 1993.

MARTORANO, L. G. P.; PEREIRA, L. C.; CÉSAR, E. G. M.; PEREIRA, I. C. B. Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwaite, Mather). SUDAM/EMBRAPA. SNLC. 1993. 53p.

RICHARDS, P.W. 1998. The tropical rain forest an ecological study. Cambridge: University Press, 1998. 575p.

SNOW, D. W.; Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. **Biotropica** 13, p. 1- 4, 1981.

TENÓRIO, A. R. de M.; GRAÇA, J. J. da C.; GÓES, J. E. M.; MENDES, J. G. R.; GAMA, J. R. N. F.; SILVA, P. R. O. da; CHAGAS, P. S. M. das; SILVA, R. N. P. da; AMÉRICO, R. R.; PEREIRA, W. L. M. Mapeamento dos solos da Estação de Piscicultura de Castanhal, PA. Belém: FCAP. 1999 p. 1-27. (Informe Técnico, 25).

YOUNG, K. R.; EWEL, J. J.; BROWN, B. J.; Seed dynamics during forest succession in Costa Rica. **Vegetatio**, v. 71, p. 157-173, 1987.

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DO CÓRREGO SUCURI COM VISTAS A ESTUDO DE
MODELO SUCESSIONAIS DE RECUPERAÇÃO DE MATAS CILIARES

SURVEY FITOSSOCIOLÓGICO OF STREAM SUCURI WITH SIGHTS THE STUDY OF MODEL
SUCESSIONAIS OF RECOVERY OF BUSHES CILIARES

Maria Cristina B. Coelho¹ Ana Paula Mendes Lustosa² Solange Alves Oliveira³ Mauro Luiz Erpen⁴

RESUMO

Em função da crescente consciência sobre a importância da preservação ambiental, e do avanço das leis que disciplinam a ação humana nas florestas de proteção, um alto interesse vem sendo despertado para os programas de revegetação em áreas degradadas. As matas ciliares degradadas, que margeiam os cursos d'água, são áreas que demandam prioridade para as ações de revegetação e/ou enriquecimento. Essas matas têm um papel estratégico na conservação da biodiversidade, na preservação da qualidade da água e para a formação de corredores entre as poucas reservas de matas primárias ainda existentes em nosso Estado. Esta pesquisa tem como objetivo o levantamento fitossociológico do córrego Sucuri, no município de Monte do Carmo, Tocantins, para determinação de modelos sucessionais de recuperação de matas ciliares, com a identificação de grupos ecológicos. O córrego em questão nasce no próprio município sendo que apenas os primeiros 7km de seu percurso encontram-se dentro dos limites da cidade. É utilizado para o abastecimento de água encontrando-se em estágio avançado de degradação. Foram amostradas de forma sistemática 5 parcelas de 10m x 100m, com intervalo de 200m entre elas. Foram inventariadas todas as árvores com DAP \geq 10cm. Foram medidos além do DAP a altura total sendo feita a identificação botânica de cada indivíduo. Foram encontrados 89 indivíduos arbóreos distribuídos em 21 espécies, 21 gêneros e 15 famílias botânicas, indicando uma baixa heterogeneidade florística. A espécie com maior número de representantes foi a cega machado (*Physocalymma scaberrimum*, -Lythraceae) com 16 indivíduos e o Angico (*Anadenanthera peregrina* – Leguminosae-mimosoideae) com 10 indivíduos sendo as mais características e importantes da associação.

Palavras-chaves: Fitossociologia, matas ciliares, recuperação.

ABSTRACT

Due to an increasing awareness on the importance of environmental preservation and the development of laws, which rule about the protection of forests by the peoples, a great interest on reforestation projects has been placed concerning devastated areas. Devastated ciliar bushes, which stay on the edge of rivers, are priority areas for enrichment and/or reforestation actions. These bushes have a strategic role on the biodiversity, and water quality preservation, and also on the formation of aisles among the few primary bush reserves that still exist in the state of Tocantins. This research aims at developing a phyto-sociologic study of the Sucuri stream, in Monte do Carmo, Tocantins, so that specific recuperation models for ciliar bushes can be determined, identifying ecologic groups. This stream is born in this city and only 7km are within the city limits. It is used to supply water for the city but it is now running a very dramatic process of degradation. Five parcels of 10m x 100m have been displayed, with an interval of 200m between them. All the trees with DAP minor-less 10cm were registered. Besides DAP, total height and botanical identification were carried out for the trees. The researchers found 89 different types of trees, distributed along 23 species, 23 sorts and 15 botanical families, indicating low flora heterogeneity. The species which presented the biggest number of representatives was the *Physocalymma scaberrimum*, Lythraceae, comprising 16 individuals, and the *Anadenanthera peregrina* – Leguminosae-mimosoideae, with 10 individuals. These are the most characteristic and important elements in the association.

Key Words: Phyto-sociology; Ciliar bushes; recuperation

¹ Professora MSc. Centro Universitário Luterano de Palmas, 110 Norte, Al 05, lote 62, Palmas – TO.
E-mail: mariacoelho@ulbra-to.br

² Acadêmica de pós graduação do Centro Universitário luterano de Palmas, R. João Pires Querido, 878, Jardim Brasília, Porto Nacional – TO. E-mail: ribeiro@blz.com

³ Professora Esp. Centro Universitário Luterano de Palmas, 110 Norte, Al 23, lote 64, Palmas – TO.
E-mail: solange@ulbra-to.br

⁴ Professor do Centro Universitário Luterano de Palmas, 110 Norte, Al 05, lote 62, Palmas – TO.

INTRODUÇÃO

A recuperação de áreas de preservação permanente não envolve simplesmente o plantio aleatório de espécies. Consiste antes de tudo na adoção de um conjunto de medidas voltadas a acelerar o processo natural de sucessão em direção ao estágio climáx, visando sempre a redução dos custos ecológicos envolvidos em tal processo.

Ao dar início a atividade de revegetação em áreas de preservação permanente, é importante considerar que, através deste trabalho, somente se estará fornecendo os ingredientes necessários para o início de um processo de restauração da área. A manutenção e proteção das matas, após essa fase, darão condições para que a natureza se encarregue da continuidade do processo.

As florestas ocorrentes ao longo de cursos d'água e no entorno de nascentes tem características vegetacionais definidas por uma interação complexa de fatores dependentes das condições ambientais ciliares. O ambiente ribeirinho reflete as características geológicas, geomorfológicas, climáticas, hidrológicas e hidrográficas, que atuam como elementos definidores da paisagem e, portanto das condições ecológicas locais. O nível de complexidade aumenta quando consideramos a dinâmica sucessional dessas formações ribeirinhas, influenciadas pela elevação do curso d'água e ou do lençol freático, com conseqüente deposição de sedimentos, soterramento ou retirada da serrapilheira e do banco de sementes, que atuam como elementos naturais de perturbação destas áreas.

A drástica redução das formações ribeirinhas e a fragmentação das florestas em geral, verificadas nos últimos anos no Brasil, têm causado aumento significativo dos processos de erosão dos solos, com prejuízos à hidrologia regional, evidente redução da biodiversidade e a degradação de imensas áreas.

A implantação da vegetação, bem como o seu manejo, requerem o emprego de técnicas adequadas, geralmente definidas em função de avaliações detalhadas das condições locais e da utilização dos conhecimentos científicos existentes. É importante, para a análise da vegetação, encontrar um valor que permite uma visão ou caracterização da importância de cada espécie, no conglomerado total da floresta (Foster, 1973 e Lamprecht, 1962 e 1964 apud Longhi, 1997). Um método para integrar dominância, abundância e freqüência uniformizando a interpretação dos resultados e caracterizando o conjunto da estrutura da vegetação, consiste em combiná-los numa expressão única e simples, calculando o valor de Importância, proposto por Curtis & Macintosh e aplicados inicialmente por Cain et al. (1956). Segundo Martins (1991), apesar de críticas, o Valor de Importância tem se revelado muito útil, tanto para separar tipos diferentes de florestas, como para relacioná-lo à fatores ambientais ou para relacionar a distribuição de espécies à fatores abióticos. A importância que uma espécie adquire na floresta é caracterizada pelo número de árvores e suas dimensões (densidade e dominância), que determinam o espaço dentro da biocenose, não importando muito se as árvores aparecem isoladas ou em grupos (Freqüência).

O presente estudo visa caracterizar fitossociologicamente a mata ciliar remanescente ao córrego Sucuri no município de Monte do Carmo (TO), com vistas a determinação dos grupos ecológicos e estudos de modelos sucessionais de recuperação de matas ciliares.

REVISÃO DE LITERATURA

Análise Fitossociológica

Braun-Blanquet (1966) define como sendo o ramo da Biossociologia que estuda os agrupamentos de plantas e suas relações e dependências frente ao meio ambiente vivo e inanimado. É, em outras palavras, o estudo da comunidade vegetal que objetiva esclarecer aspectos relacionados à sua estruturação espacial e às relações mantidas entre indivíduos da própria comunidade com indivíduos da comunidade animal e com o meio abiótico.

O estudo da análise fitossociológica é usado para verificar as associações entre diferentes espécies arbóreas. Através de índices de similaridade (abundância, freqüência e dominância), que associado ao relevo, clima e solo permitem determinar a importância ecológica que cada espécie tem em uma determinada área (Longhi, 1997). Para a recomposição da vegetação, há necessidade de estudos visando conhecer seus diferentes aspectos, principalmente florísticos e fitossociológicos, bem como os relacionados à sua dinâmica e adaptabilidade.

A vegetação, por ser o componente do ecossistema mais facilmente reconhecível, é usada com freqüência para delimitar unidades homogêneas. A esse respeito, os estudos da vegetação concentram-se na classificação dos tipos fitossociológicos e sua cartografia. Para tanto, utiliza-se a vegetação para identificar e definir os limites dos sistemas ecológicos ou de zonas uniformes em uma região. Serve assim, como marco para o planejamento de atividades produtivas, para determinação de unidades ecológicas de interesse particular e para tomada de decisão sobre o uso dos resultados das pesquisas, a toda unidade homogênea e a todas as zonas de características similares.

De acordo com Foster apud Longhi (1997), a análise estrutural da vegetação deve ser baseada no levantamento e na interpretação de critérios de conteúdo mensuráveis. Análise dessa natureza permite comparações entre diferentes tipos de florestas.

Lamprecht (1962, 1964), Veja (1968), Foster (1973) e Finol apud Longhi (1997), descreveram os aspectos fitossociológicos das florestas, considerando parâmetros da estrutura horizontal e vertical.

Para análise da estrutura horizontal das comunidades vegetais utilizam-se os parâmetros de densidade (número de indivíduos de uma espécie por unidade de área ou de volume), freqüência (uniformidade de distribuição de uma

espécie sobre uma determinada área, ou seja, a sua dispersão média), dominância (expressa a proporção de tamanho, volume ou cobertura de cada espécie, em relação ao espaço ou volume da fitocenose), valor de importância (obtem-se este índice, somando para cada espécie, os valores relativos de densidade, dominância e frequência, obtendo um valor máximo de 300%) e valor de cobertura, que revelam informações sobre a distribuição espacial das populações e sua participação no contexto do ecossistema. A estrutura vertical ou o arranjo dos indivíduos dentro do espaço vertical deve basear-se na distribuição dos indivíduos em estratos (Guaguapysú, 1994).

Grupos Ecológicos

A separação das espécies arbóreas em grupos ecológicos é uma maneira de possibilitar o manuseio do grande número de espécies da floresta tropical, mediante seu agrupamento por funções semelhantes. Diferentes critérios para a classificação das espécies têm sido utilizados, com base principalmente na resposta à luz das clareiras ou ao sombreamento do dossel. As diferentes classificações compreendem três grupos (Macedo, 1993).

O primeiro grande grupo, que é o das pioneiras, têm rápido crescimento, germinam e se desenvolvem a pleno sol, produzem precocemente muitas sementes pequenas, normalmente com dormência, as quais são predominantemente dispersadas por animais. São também denominadas de especialistas de grandes clareiras (> 200m²). Na floresta tropical, ocorrem em pequeno número de espécies, com um grande número de indivíduos.

O segundo grande grupo, que é o das climax, têm crescimento lento, germinam e se desenvolvem à sombra e produzem sementes grandes, normalmente sem dormência. São denominadas também tolerantes, ocorrendo no sub-bosque ou no dossel da floresta. As espécies deste grupo ocorrem também em pequeno número, com médias e altas densidades de indivíduos (Macedo, 1993).

Entre esses dois grupos, está a maioria das espécies, classificadas como o grupo das secundárias, também denominadas de especialistas de pequenas clareiras, oportunistas, nômades ou intermediárias. Essas espécies apresentam, como principal característica, a capacidade de suas sementes germinarem à sombra, mas requerendo a presença da luz para seu desenvolvimento. São espécies características do dossel ou do estado emergente. Na floresta tropical, ocorrem em grande número de indivíduos por área. São as secundárias as responsáveis pela alta diversidade dessas florestas.

Deve-se observar que essa classificação tem sentido puramente de orientação para os plantios mistos e não deve ser entendida de forma rígida e definitiva. Isto porque ainda é restrita a compreensão sobre o processo de dinâmica da floresta tropical, assim como também são escassas as informações silviculturais das espécies em plantios mistos (Rodrigues, 2000).

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização da Área de Estudo

Esta pesquisa foi desenvolvida no município de Monte do Carmo, Tocantins, com uma área de 3.359,7 km². Sua sede municipal localiza-se a 295m de altitude, latitude 10°45'48"S, longitude 48°06'32"W. Faz limite ao norte com Palmas, Santa Tereza do Tocantins e Porto Nacional, ao sul com Silvanópolis e Ponte Alta do Tocantins, a leste com Ponte Alta.

O clima segundo a classificação de Köppen é tropical úmido com uma característica de regime de chuvas, seco de maio a outubro e úmido de novembro à abril, com precipitação de 1500 a 2000mm/ano. A temperatura tem uma larga amplitude de variação indo de 18 à 40°C. A umidade relativa do ar varia de 22% a 96%.

Quanto ao solo predominante na região é latossolo vermelho – amarelo. Também são encontrados solos concrecionais, litólicos e algumas manchas de areias quartzosas.

A vegetação típica da região é de cerrado, porém são encontradas savanas e matas ciliares.

Nas Figuras 1e 2, área onde o córrego tem seu percurso dentro do município, verifica-se a ação antrópica, encontrando-se as margens descaracterizadas, o que justifica um levantamento fitossociológico que servirá de base para recuperação da área.

Levantamento fitossociológico

O método de amostragem utilizado é o de parcelas múltiplas (10m x 100m), distribuídas à partir de uma parcela inicial demarcada às margens do córrego Sucuri, próximo a nascente. A partir desta parcela foram medidas as próximas, com espaçamento de 200m de forma sistemática sendo regulada pela curva espécie/área (Oosting, 1951).

Nas parcelas foram medidas todas as árvores vivas com DAP (diâmetro a altura do peito) \geq 10 cm com suta hipsométrica de precisão em cm. Mediu-se também a altura total com mira graduada (precisão em cm).

FIGURA 1 - Mata ciliar degradada

FIGURA 2 – Uso do córrego Sucuri para captação de água

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas nas margens do córrego Sucuri, 21 espécies arbóreas, distribuídas em 21 gêneros e 15 famílias botânicas e 89 indivíduos arbóreos, indicando uma baixa heterogeneidade florística. As espécies arbóreas encontradas nas cinco parcelas contíguas encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1: Nome científico, Família botânica, nome comum e grupo ecológico das espécies encontradas em um remanescente de mata ciliar, localizada no município de Monte do Carmo – TO.

Nome Científico	Família	Nome comum	Grupo ecológico
<i>Acacia farnesiana</i>	Leguminosae-Mimosoideae	Espinheiro	Pioneira
<i>Amburana cearensis</i>	Leguminosae-Papilionoideae	Imburana	Secundária
<i>Anadenanthera peregrina</i>	Leguminosae-Mimosoideae	Angico	Pioneira
<i>Bagassa guianensis</i>	Moraceae	Garroteiro	Pioneira
<i>Bulchenavia capitata</i>	Lytraceae	Mirindiba	Pioneira
<i>Callisthene major</i>	Vochysiaceae	Jaboré	Secundaria
<i>Cytharexylum myrianthum</i>	Verbenaceae	Pombeiro	Secundária Inicial
<i>Dendracalamus giganteus</i>	Gramineae	Bambu	Secundaria
<i>Erietheca pentaphylla</i>	Bombacaceae	Paineira	Secundária inicial
<i>Ficus catappifolia</i>	Moraceae	Gameleira	Secundaria
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Leguminosae-Caesalpinoideae	Jatobá	Clímax
<i>Inga cylindrica</i>	Leguminosae-Mimosoideae	Ingá	Secundária Tardia
<i>Lithraea brasiliensis</i>	Anacardiaceae	Aroeira	Pioneira
<i>Luehea paniculata</i>	Tiliaceae	Açoita Cavallo	Pioneira
<i>mangifera indica L</i>	Anacardiaceae	Mangueira	Pioneira
<i>Physocalymma scaberrimum</i>	Lytraceae	Cega Machado	Secundária Inicial
<i>Simarouba versicolor</i>	Simaroubaceae	Mata Cachorro	Pioneira
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	Bignoneaceae	Taipoca	Secundária
<i>Trattinickia rhofolia</i>	Burceraceae	Almesca	Pioneira
<i>Vochysia thyrsoidea</i>	Vochysiaceae	Pau d' água	Pioneira
<i>Tabebuia aurea</i>	Bignoneaceae	Pau d' arco	Clímax

A família Leguminosae-Mimosidae foi a mais representativa, com um total de 3 espécies e 14 indivíduos, estando representada por 13,04% do total de espécies e 15,73% do total de indivíduos. As famílias Leguminosae-Mimosidae, Anacardiaceae, Verbenaceae, Lytraceae e Bignoneaceae foram as mais características, representam 26,6 % das famílias encontradas na área. Resultados semelhantes aos encontrados por Coelho et. al (2003) em estudos de modelos sucessionais de matas ciliares onde a família Leguminosae-Mimosidae foi a mais representativa, com um total de 10 espécies e 80 indivíduos, estando representada por 16,39% do total de espécies e 25,72% do total de indivíduos. E as famílias Leguminosae-Mimosidae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae e Sterculiaceae representando cerca de 56,9% dos indivíduos encontrados na área. Já Gomes et. al (2004) encontraram em estudo fitossociológico de diferentes grupos na região do cerrado – TO, as famílias Combretaceae (11,69%), Leguminosae (23,72%), Vochysiaceae (9,06%), dentre outras com as mais representativas do fragmento avaliado. As espécies *Physocalymma scaberrimum* (Cega Machado - 16 indivíduos), *Anadenanthera peregrina* (Angico – 10 indivíduos), *Mangifera indica L* (Mangueira – 8 indivíduos), *Vochysia thyrsoidea* (Pau d' água - 8 indivíduos), *Tabebuia roseo-alba* (Taipoca – 6 indivíduos), foram as mais características da área analisada, representam cerca de 53,93% dos indivíduos encontrados na área.

Na Tabela 2 figuram os parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas. Das 21 espécies levantadas, 6 (28,57%) comparecem com apenas 1 indivíduo. As espécies Cega Machado, Angico, mangueira e Pau d' água distinguiram-se por serem as mais densas, totalizando 47,18 de densidade relativa.

Pela dominância destacaram-se *Mangifera indica L*, *Bulchenavia capitata*, *Ficus catappifolia*, *Vochysia thyrsoidea*, representando juntas 57,39% da área basal amostrada. As espécies *Physocalymma scaberrimum*, *Mangifera indica L* e *Vochysia thyrsoidea* são as mais importantes, contribuindo com 31,7% do IVI ou 35,08% do IVC.

TABELA 2: Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em 0,5 ha de um remanescente de mata ciliar localizada no município de Monte do Carmo – TO

Nome Científico	Ind. / Esp.	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVI	IVC
<i>Luehea paniculata</i>	1	2	1,124	0,008	0,08	20	2,5	3,71	1,21
<i>Trattinickia rhofolia</i>	4	8	4,494	0,202	2,14	40	5	11,64	6,64
<i>Anadenanthera peregrina</i>	10	20	11,236	0,841	8,93	40	5	25,16	20,16
<i>Lithraea brasiliensis</i>	5	10	5,618	0,068	0,73	40	5	11,34	6,34
<i>Dendracalamus giganteus</i>	1	2	1,124	0,126	1,33	20	2,5	4,96	2,46
<i>Physocalymma scaberrium</i>	16	32	17,978	0,437	4,64	80	10	32,62	22,62
<i>Acacia farnesiana</i>	1	2	1,124	0,008	0,08	20	2,5	3,71	1,21
<i>Ficus catappifolia</i>	4	8	4,494	0,958	10,17	20	2,5	17,16	14,66
<i>Bagaça guianensis</i>	2	4	2,247	0,023	0,24	20	2,5	4,99	2,49
<i>Amburana cearensis</i>	1	2	1,124	0,102	1,08	20	2,5	4,7	2,2
<i>Inga cylindrica</i>	3	6	3,371	0,277	2,94	60	7,5	13,81	6,31
<i>Callisthene major</i>	1	2	1,124	0,283	3	20	2,5	6,62	4,12
<i>Hymenaea stilbocarpa</i>	5	10	5,618	0,702	7,45	60	7,5	20,57	13,07
<i>Mangífera indica L</i>	8	16	8,989	1,886	20,01	60	7,5	36,5	29
<i>Simarouba versicolor</i>	1	2	1,124	0,009	0,09	20	2,5	3,72	1,22
<i>Bulchenavia capitata</i>	2	4	2,247	1,647	17,48	40	5	24,72	19,72
<i>Erietheca pentaphylla</i>	3	6	3,371	0,186	1,98	40	5	10,35	5,35
<i>Vochysia thyrsoidea</i>	8	16	8,989	0,901	9,56	60	7,5	26,05	18,55
<i>Guarea kunthiana</i>	2	4	2,247	0,102	1,08	20	2,5	5,83	3,33
<i>Cytherexillum myrianthum</i>	5	10	5,618	0,293	3,11	40	5	13,73	8,73
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	6	12	6,742	0,365	3,87	60	7,5	18,12	10,62
	89	178	100		100	800	100	300	200

As pioneiras representam 42,85% do fragmento avaliado, seguido das secundárias com 42,85% e as climáticas com 14,28%. Araújo et al (2003) ao recuperarem uma área degradada com espécies nativas do cerrado no entorno da cidade de Palmas, TO, usaram 25% de espécies clímax, 25% de espécies secundárias e 50% de espécies pioneiras.

A floresta remanescente estudada apresentou uma densidade total absoluta de 178 árvores/ha. O índice de diversidade de Shannon foi de 1,18 indicando que o remanescente estudado apresentou uma baixa diversidade comparado ao índice de 3,53 encontrado por Andrade et al (2002) em uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram concluir que:

- Foram encontradas 21 espécies arbóreas com DAP \geq 10 cm, distribuídas em 21 gêneros e 15 famílias botânicas.
- A família Leguminosae-Mimosidae foi a mais representativa, com um total de 3 espécies e 14 indivíduos, estando representada por 13,04% do total de espécies e 15,73% do total de indivíduos. *Physocalymma scaberrium*, típica da região do cerrado foi a mais densa o fragmento avaliado, com 17,97% dos indivíduos levantados.
- A floresta apresenta baixa diversidade florística quando comparada com outras formações.
- As pioneiras representam 42,85% do fragmento avaliado, juntamente com as secundárias com 42,85% e as climáticas com 14,28%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, C. C., COSTA, F. N., RODRIGUES, A. C., CAROLINO, J. T., OLIVEIRA, E. F. **Recuperação de área degradada com espécies nativas do cerrado no entorno da cidade de Palmas –TO.** In III Congresso Científico do CEULP/ULBRA.2003.
- ANDRADE, L. A. Z., FELFILI, J. M., VIOLATTI, L. **Fitossociologia de uma Área de Cerrado Denso Na RECOR-IBGE, Brasília-DF.** Acta Botanica Brasílica vol.16 no.2 São Paulo Apr. 2002
- BRAUN-BLANQUET, J. **Plant sociology: the study of plant communities.** New York, Harfnor Publishing Press, 1966 - 454p.

CAIN, S. A., CASTRO, G.M.O., PIRES, J. N., SILVA, N. T. Application of some phytosociological techniques to Brazilian rain forests. **Amer. J. Bot.** New York, v.43, n.3, p911-941, 1956.

COELHO, M. C. B., GUARDIOLA, E. A., OLIVEIRA, S. A. **Estudo de Modelo Sucessionais de Recuperação de Matas Ciliares.** In: Congresso Florestal Brasileiro. São Paulo SP. 2003.

GOMES, C. M. B., COELHO, M. C. B., OLIVEIRA, S. A., ERPEN, M. L. **Estudo Fitossociológico de Diferentes Grupos na Região do Cerrado – TO.** In. IV Jornada De Iniciação Científica Do CEULP/ULBRA. 2004.

GUAPYASSÚ, M. dos S. **Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma floresta Ombrófila Densa Submontana, Morretes-Paraná.** Curitiba, 1994. Dissertação de Mestrado em Ciências florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

LONGHI, S. J. **Agrupamento e análise Fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo-RS.** Curitiba: 1997. 198 p. Dissertação (Doutor em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MACEDO, A. C. **Revegetação: matas ciliares e de proteção ambiental** ; revisado e ampliado por Paulo Y. Kageyama, Luiz G. S. da Costa.- São Paulo: Fundação Florestal, 1993.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila.** Campinas: UNICAMP, 1991. 246p.

OOSTING, H. J. **Ecologia Vegetal.** Madrid: Aguilar, S. A. Ediciones, 1951. 436 p.

RODRIGUES, R. **Conservação e recuperação de matas ciliares.** Editores, Hemogenes de Freitas Leitão Filho. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp. 2000.

CARACTERIZAÇÃO DA MADEIRA DE *Alibertia macrophylla* PARA FINS ENERGÉTICO

CHARACTERIZATION OF *Alibertia macrophylla* WOOD FOR ENERGETIC USE

Ailton Teixeira do Vale¹ Ricardo de Melo Cabral¹

RESUMO

A madeira de *Alibertia macrophylla* (marmelada), uma Rubiaceae, foi coletada na Comunidade Rural do Engenho, São João D'Aliança-GO. Foi determinada a massa específica da madeira, bem como a qualidade do carvão vegetal produzido. A madeira é moderadamente dura, com uma massa específica de 0,711g cm⁻³ e apresenta um poder calorífico superior de 4,575kcal kg⁻¹. O carvão produzido à uma temperatura de 460°C, apresentou densidade aparente de 0,45g cm⁻³, poder calorífico superior de 0,45g cm⁻³ e teor de carbono fixo de 74%.

Palavras-chaves: *Alibertia macrophylla*, caracterização, madeira, carvão.

ABSTRACT

The *Alibertia macrophylla* wood (marmelada), family Rubiaceae, was collected in São João D'Aliança-GO city. The objective of this work was to study the *Alibertia macrophylla* wood's physical and energetic properties. The wood showed specific gravity = 0,711g cm⁻³ and heat combustion = 4,575kcal kg⁻¹. The charcoal had been showed that density = 0,45g cm⁻³, heat combustion = 0,45g cm⁻³ and 74% of the fix carbon content. The properties showed that this specie can be used to produce energy as fire wood or charcoal.

Key words: *Alibertia macrophylla*, characterization, wood, charcoal.

INTRODUÇÃO

A madeira, um produto consumido no mundo inteiro, é usada em larga escala como fonte de energia primária e secundária em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento.

No Brasil, 7,69 x 10⁷ toneladas de madeira foram consumidas em 2002 para geração de energia e deste total, 2,94 x 10⁷ toneladas foram gastos na carbonização para atendimento do setor siderúrgico e 4,70 x 10⁷ toneladas foram consumidos diretamente, através da combustão. Do total consumido em forma direta, 2,51 x 10⁷ toneladas foram queimadas em residências, principalmente para cocção de alimentos Brasil (2003).

O Balanço Energético Nacional, Brasil (2003) registra uma faixa histórica de consumo de lenha ao longo dos últimos 32 anos, chegando a ser, em 2002, 25,78% superior ao consumo de GLP. Dificilmente esta faixa de consumo deixará de existir, afinal o Brasil possui uma população que vive abaixo da linha da pobreza e que não possui os recursos necessários para aquisição de GLP mesmo que ele diminua de preço, principalmente no meio rural.

Uma alternativa para atender as necessidades energéticas destas comunidades rurais é a otimizando da produção de energia a partir da biomassa, sem a destruição do ecossistema, através da produção sustentada das florestas. Para otimizar esta alternativa é necessário, entre outros, que se conheça a qualidade da biomassa utilizada por ela como combustível.

A espécie *Alibertia macrophylla*, conhecida pelo nome comum de "marmelada", é de hábito arbóreo e pertence a família Rubiaceae. Seu fruto se assemelha a um marmelo e é dotado de polpa gelatinosa com sementes lenticulares ou subglobosas. A dispersão de suas sementes ocorre por endozocoria. Em um estudo realizado em fragmentos de matas mesofíticas semidecíduas do município de São João D'Aliança-GO, a espécie *Alibertia macrophylla* apresentou o maior IVI (índice de valor de importância) 36,0552, a maior densidade absoluta (325 indivíduos/ha) e a maior frequência absoluta na Mata do Engenho. A sua área basal absoluta também foi uma das mais altas (1,6608 m²/ha). Entretanto, a marmelada foi encontrada apenas nas duas primeiras classes diamétricas, o que possivelmente significa que ela é uma espécie que atinge somente o sub-bosque e o estrato inferior.

Estes estudos mostram a importância da espécie do ponto de vista da produção de madeira, o que provavelmente explica o seu uso como lenha nestas regiões. No entanto praticamente não se conhecem as características físicas de sua madeira.

Este trabalho tem como objetivo a caracterização física da madeira e do carvão vegetal de *Alibertia macrophylla* e a comparação com a madeira de *Eucalyptus grandis* carbonizado nas mesmas condições.

¹ Professores do Departamento de Engenharia Florestal. Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília. Brasília-DF. 70.910-900. E-mail: aialontv@unb.br

MATERIAL E MÉTODOS

As árvores de *Alibertia macrophylla* foram escolhidas ao acaso na Comunidade Rural do Engenho, no município de São João D'Aliança. Este município localiza-se a nordeste do Estado de Goiás, limitando a sul com o Município de Planaltina, a sudeste com Formosa, a norte com Alto Paraíso, a leste com Flores de Goiás e a oeste com Niquelândia. O município é "cortado" pela Rodovia GO-118, ficando a uma distância de 160 km de Brasília. Foram abatidas 5 árvores e de cada fuste foram retirados discos de 2,5cm nas posições: 0% (base), 25%, 50%, 75% e 100% (topo) da altura do tronco a partir do solo. Estes discos foram transportados para o laboratório da Universidade de Brasília e preparados para as análises.

A determinação da massa específica básica média foi realizada segundo Vital (1984), utilizando-se o método do máximo teor de umidade (MTU) e amostras na forma de cunhas. Analisou-se a variação axial da massa específica básica, através de análise de coorelação.

O poder calorífico superior da madeira foi determinado a partir de amostras moídas e classificadas, utilizando-se a fração classificada abaixo de 60 mesh segundo a norma ABNT NBR 8633/84 e manual do calorímetro PARR 1201.

As carbonizações foram realizadas num período de 210 minutos e temperatura máxima de 460°C, segundo VALE et al (1996), utilizando-se em média, 1769 gramas de madeira a 9,88% de umidade. Determinaram-se os rendimentos da carbonização em base seca.

O carvão produzido foi analisado quanto a densidade aparente (norma ASTM D-167-73), análise imediata (norma ASTM D-1762-64) e poder calorífico superior (PCS), utilizando a fórmula proposta por De Groot & Shafizadeh: $PCS = 94,19(\%C) + 55,01$, onde C é o teor de carbono fixo.

Como base de comparação utilizaram-se os resultados da caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* feita por Vale et al. (1996) nas mesmas condições de carbonização do presente trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Madeira

A Tabela 1 apresenta os dados da massa específica básica por árvore, por posição ao longo e para a espécie.

TABELA 1 – Massa específica básica da madeira de *Alibertia macrophylla*, por árvore e por posição no tronco.

Posição	Massa específica básica (g/cm ³)					
	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5	Média
0% - base	0,734	0,685	0,696	0,747	0,718	0,716
25%	0,705	0,680	0,728	0,720	0,730	0,713
50%	0,692	0,683	0,701	0,735	0,757	0,714
75%	0,703	0,667	0,752	0,690	0,717	0,706
100% - topo	0,693	0,724	0,732	0,704	0,704	0,711
Média	0,705	0,688	0,722	0,719	0,725	0,712

A madeira de *Alibertia macrophylla* pode ser considerada moderadamente dura, pois possui massa específica básica média igual a 0,712 g cm⁻¹. Dentre 27 espécies do gênero *Eucalyptus* estudadas por Pereira et al. (2000), apenas *Eucalyptus citriodora* possui massa específica básica média (0,730 g cm⁻¹) maior que a encontrada para esta espécie.

A variação da massa específica básica da marmelada ao longo do tronco apresentou um coeficiente de correlação de - 0,09698, não significativo a 5% de probabilidade (Figura 1), indicando uma homogeneidade na distribuição da massa específica no sentido axial.

O poder calorífico superior encontrado foi de 4.575 kcal kg⁻¹. O teor de umidade da madeira para utilização na produção de calor, segundo Farinhaque (1981) deve ser de 25%. Desta forma tem-se, para esta espécie, uma disponibilidade de 3.038 kcal kg⁻¹ de madeira a 25% de umidade. Considerando que este poder calorífico é semelhante aos valores médios para eucalipto e que há uma relação direta entre massa específica básica e produção de calor por unidade de volume, a marmelada possui boas qualidades, do ponto de vista tecnológico, para produção de calor na forma direta (combustão).

Rendimentos da carbonização e qualidade do carvão vegetal.

O rendimento em carvão vegetal encontrado (33,02%) foi semelhante ao rendimento de 33,21% encontrado por Vale et al (1996) para o *Eucalyptus grandis*, trabalhando em iguais condições. Comparando com este mesmo trabalho o

rendimento em licor pirolenhoso foi superior, 49,06% contra 39,55% e conseqüentemente o rendimento em gases não condensáveis foi inferior, 17,92% contra 25,83%.

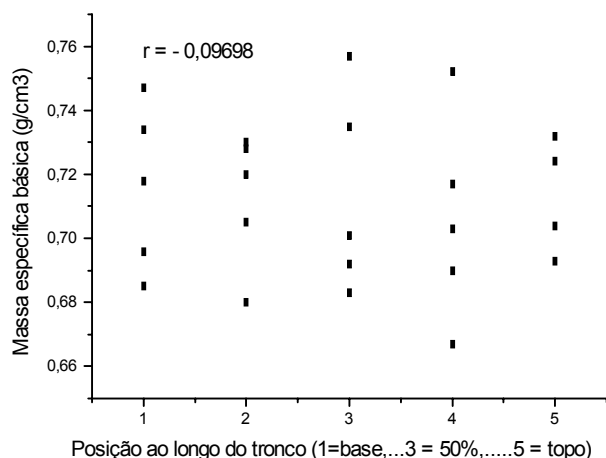


FIGURA 1 – Massa específica básica da madeira de *Alibertia macrophylla* (marmelada) em função da posição ao longo do tronco.

A Tabela 2 apresenta as características tecnológicas do carvão vegetal da madeira de marmelada.

TABELA 2 – Características físicas e análise imediata do carvão vegetal da madeira de *Alibertia macrophylla*.

Características	<i>Alibertia macrophylla</i>	<i>Eucalyptus grandis</i> *
Densidade aparente (g/cm ³)	0,450	0,320
Poder calorífico superior (kcal/kg)	7.061	7.317
Matérias voláteis (%)	24,16	22,55
Cinzas (%)	1,45	0,35
Carbono fixo (%)	74,34	77,10

Obs.: * Vale et al (1996)

Mesmo tendo um poder calorífico superior menor que o carvão de eucalipto, em função do menor teor de carbono fixo, a produção de calor na queima do carvão vegetal de *Alibertia macrophylla* por unidade volumétrica é 35,7% maior que o eucalipto, devido a maior densidade aparente. O rendimento em carvão e boas características físicas do carvão demonstram a boa qualidade da *Alibertia macrophylla* para a produção de carvão vegetal.

CONCLUSÃO

A madeira de *Alibertia macrophylla* é uma madeira moderadamente dura com poder calorífico superior semelhante ao do eucalipto e produz um carvão vegetal de boa qualidade. Em um plano de manejo, esta espécie pode ser utilizada para a geração de calor na forma direta ou indireta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8633/84 – determinação do poder calorífico superior. 13p. 1984.
- BRASIL, MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Balanço Energético Nacional (ano base 2002), Brasília, 153p. 2003.
- OLIVEIRA, J.B.; GOMES, P.A & ALMEIDA, M.R. **Estudos preliminares de normalização de testes de controle de qualidade do carvão vegetal.** In.: **Carvão Vegetal: destilação, propriedades e controle de qualidade.** Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1982. 1v. (Série de Publicações Técnicas, 6)
- VALE, A.T., NOGUEIRA, M.V.P. & SILVA, M.A. Rendimento da carbonização e qualidade do carvão vegetal de madeiras do cerrado em comparação ao *Eucalyptus grandis*. **R. Árv.** Viçosa, MG, v.20, n.1, p.93-99, 1996.
- VITAL, B. R. **Método de Determinação da densidade da madeira.** Viçosa: SIF, 1984. 21p. (Boletim Técnico,2).

DINÂMICA DA COBERTURA FLORESTAL NA MICROBACIA DO ARROIO ARENAL, RS.

FOREST COVER DYNAMIC IN THE LITTLE STREAM ARENAL WATER SHED, RS.

Ana Caroline P. Benedetti¹ Elvis Rabuske Hendges² Joel J. Kleinpaul³ Renata Ferrari⁴
Ariane Lopes Macedo⁵ Rudiney Soares Pereira⁶

RESUMO

O estudo da paisagem, tendo em vista a preocupação ambiental vem sendo nos últimos anos o enfoque dado em pesquisas em várias partes do mundo. Nesse trabalho, a paisagem foi analisada segundo o uso e a mudança da cobertura do solo principalmente de áreas florestais ao longo de um período de 7 anos. As informações temporais foram gerados por uma plataforma orbital, interagindo com informações cartográficas digitais em programas de análise espacial (SIGs) a fim de estudar a dinâmica de uso da terra na microbacia do arroio Arenal, RS, onde a evolução do uso do recurso natural floresta foi monitorado em períodos temporais distintos, sendo que para esse monitoramento foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 5 e 7, dos anos de 1995, 1999 e 2002. A localização das áreas florestais bem como sua evolução foram obtidas pela classificação digital das imagens, através do aplicativo Spring 4.0 e posterior cruzamento dos mapas temáticos. Como regeneração de áreas florestais encontrou-se 2.678 ha, no período de 1995 a 1999, sendo que destes 97% eram capoeira em 1995. Já em 2002, dos 2619 ha de áreas florestais evoluídas somente 81% eram capoeira. Pode concluir-se que a análise temporal das áreas florestais representam muito bem a dinâmica do uso da paisagem.

Palavras-chave: uso do solo, imagem de satélite, arroio arenal, dinâmica florestal.

ABSTRACT

The study of the landscape, tends in view the environmental concern it is being in the last years the focus given in researches in several parts of the world. In this work the landscape had been analyzed mainly according to the use and the change of covering of the soil of forest areas in a period of 7 years. The temporary information were generated by an orbital platform, interacting with digital cartographic information in programs of space analysis (SIGs) kindred of studying the dynamics of use of the earth in the water shed the little stream Arenal, RS, where the evolution of the use of the resource natural forest had been monitored in different temporary periods, and for that monitoring images of the satellite were used Landsat 5 and 7, years of 1995, 1999 and 2002. The location of the forest areas as well as your evolution was obtained by the digital classification of the images, through the application Spring 4.0 and subsequent crossing of the thematic maps. As regeneration of forest areas was 2.678 ha in the period from 1995 to 1999, and of these 97% they were small vegetation in 1995. Already in 2002, of the 2619 ha of forest areas developed 81% they were only small vegetation. It can be concluded that the temporary analysis of the forest areas represents the dynamic of the landscape use a good way.

Key words: land use, satellite image, little stream Arenal, dynamic forest.

INTRODUÇÃO

Uma das preocupações mais evidentes dos últimos anos nos campos científicos são as questões ligadas a sustentabilidade da espécie humana no meio ecológico em que esta vive. A redução da poluição atmosférica, a diminuição do consumo de recursos não renováveis e a reposição contínua de recursos renováveis vem sendo discutidas em encontros mundiais com a participação de representantes de grande parte dos países. Outras pautas como a conservação da água, diminuição de áreas degradadas, produção de alimentos, fixação de carbono por florestas, perdas de solo e aumento de fronteiras agrícolas vem chamando a atenção para estudos da paisagem.

Estes estudos da paisagem que levam em conta o uso e mudanças na cobertura do solo integram diversas ciências que buscam nas questões ambientais compreender a dinâmica das relações do meio-ambiente (aspectos físicos,

¹ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Eng. Florestal (UFSM)

² Doutorando do Programa de Pós Graduação em Eng. Florestal (UFSM)

³ Mestrando do Programa de Pós Graduação em Eng. Florestal (UFSM)

⁴ Graduanda do Curso de Geografia (UFSM)

⁵ Graduanda do Curso de Engenharia Florestal (UFSM)

⁶ Dr., Professor Titular Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS

químicos e humanos). Uma das ciências mais conhecidas para a realização destes estudos é o sensoriamento remoto, que aliado às técnicas de geoprocessamento permite avaliar no espaço temporal o uso da terra. A inter-relação destas informações em sistemas computacionais os SIG's (Sistemas de Informações Geográficas), gera dados que possibilitam localizar áreas em conflito ambiental, áreas com riscos de serem degradadas, áreas com potencialidades de exploração agrícola, bem como projeções dinâmicas do uso da terra.

Uma das maiores vantagens deste tipo de estudo em relação aos realizados somente a nível de campo, é que neste, o que se perde na precisão dos dados devido a impossibilidade de realizar levantamentos detalhados, ganha-se na extensão e quantidade de áreas estudadas, custo, tempo e principalmente na capacidade de generalização dos resultados.

Assim sendo, o trabalho buscou através de dados gerados por uma plataforma orbital de sensoriamento remoto, interagir informações cartográficas digitais (geoprocessamento) em programas de análise espacial (SIG's) com o objetivo de estudar a dinâmica de uso da terra em uma microbacia hidrográfica, onde a evolução do uso do recurso natural floresta, foi monitorado em períodos temporais distintos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Gandolfi (1982), a necessidade urgente de preservar o maior estoque de florestas do mundo, envolve a busca de um modelo que resulte na perpetuação dessas florestas através do seu uso racional, pelo menos numa porção desse estoque, uso esse vinculado num programa de geração de empregos, de renda e de cooperação na solução de questões fundamentais da sociedade, como a construção de habitações populares. As contínuas explorações das florestas, não apenas destroem ecossistemas e a biodiversidade local, mas igualmente destroem os recursos madeireiros e não madeireiros, que poderiam estar sendo aproveitados.

Embora a questão do uso racional seja difícil e complexa, ela passa pela criação de uma civilização da floresta ou uma comunidade da floresta, em que a existência da própria floresta seja o meio, o modo e a razão da vida das comunidades que vivem no seu interior ou na sua periferia. A pesquisa sobre a ecologia das florestas tropicais, realizada nas últimas décadas, sugere algumas alternativas para a criação de sistemas de aproveitamento, nos quais a floresta mesmo depois de cortada se regenere localmente, criando um ciclo de permanente utilização e de manutenção da biodiversidade dessas florestas.

A questão de monitoramento e planejamento destas áreas a serem regeneradas, geralmente são processadas em programas de análise espacial, chamados SIG's e que permitem o cruzamento de um elevado número de informações cadastrais e temáticas.

Para Câmara (1994), "o termo Sistema de Informações Geográficas (SIG), é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos". Apresenta uma ampla gama de aplicações, dentre as quais estão estudos que envolvem temas ambientais, demográficos, sobre fluxos populacionais, desenvolvimento urbano e cartografia.

Nesse sentido, Burrough (1989) determina que "Sistema de Informações Geográficas, são aplicativos constituídos de cinco módulos. Cada módulo é um subsistema que permite as operações de entrada, verificação de dados, armazenamento e gerenciamento de banco de dados, apresentação e saída de dados, transformação de dados e integração com o usuário".

Autores defendem que os SIGs são, uma tecnologia para investigação de fenômenos diversos, relacionados com engenharia urbana, meio ambiente, pedologia, vegetação, bacias hidrográficas são "um conjunto de tecnologias com procedimentos e equipamentos projetados para capturar, armazenar e gerenciar, informações referentes a características espaciais, de uma região, usando mapas, fotografias aéreas, imagens orbitais e informações de campo".

Ainda segundo o INPE (2000), o SIG é um conjunto de programas que permite adquirir, analisar, combinar e reproduzir informações codificadas espacialmente e que usam técnicas de geoprocessamento.

Teixeira (1997) define geoprocessamento como "a tecnologia que abrange o conjunto de procedimentos de entrada, manipulação, armazenamento e análise de dados espacialmente referenciados". Dentro dessa perspectiva, o principal objetivo dessa técnica é fornecer ferramentas computacionais, para que os diferentes analistas determinem as evoluções espaciais e temporais de um fenômeno geográfico e as inter-relações entre os diferentes fenômenos.

Para Câmara (2001), no Geoprocessamento, o espaço geográfico é modelado segundo duas visões complementares: os modelos de campos e objetos. O modelo de campos enxerga o espaço geográfico como uma superfície contínua, sobre a qual variam os fenômenos a serem observados segundo diferentes distribuições. Por exemplo, um mapa de vegetação descreve uma distribuição que associa a cada ponto do mapa um tipo específico de cobertura vegetal. (...) O modelo de objetos representa o espaço geográfico como uma coleção de entidades distintas e identificáveis.

O modelo de objetos é geralmente representado por informações vetoriais, que são obtidas por meio das informações da superfície representadas por imagens obtidas geralmente por vôos aéreos, ou por plataformas orbitais.

De acordo com Pinto (1991), "...a utilização do Sensoriamento Remoto utilizando imagens de satélite, teve início nas décadas de 60 e 70 ...". Ainda para o mesmo autor, os melhores resultados de tal ciência tem sido encontrados na discriminação de alvos que ocorrem na superfície, para mapeamentos e monitoramento ambiental, destacando-se as imagens orbitais pelas suas características espectrais e pela sua repetitividade.

Neste sentido, autores como Novo (1992) definem o Sensoriamento Remoto como um conjunto de atividades que permitem caracterizar as propriedades de alvos naturais. Essa caracterização segundo esses autores é obtida pela detecção, registro e análise de fluxo de energia radiante, refletida ou emitida pelos alvos.

Dentro desse contexto pode-se conceituar Sensoriamento Remoto como sendo um conjunto de atividades cujo objetivo principal reside na caracterização das propriedades de alvos naturais e artificiais, através da detecção, registro e análise do fluxo de energia radiante, por eles refletido ou emitido, INPE (1999).

Asrar (1989) define que “o uso de imagens de satélite é o melhor caminho para gerenciar e diagnosticar o comportamento ou o potencial dos bens naturais de uma região, uma vez que as informações derivadas de imagens orbitais provêm respostas rápidas e seguras, diretamente vinculadas a avaliação, monitoramento e mapeamento eficientes dessas áreas...”

MATERIAL E MÉTODO

O presente trabalho analisou para o estudo das áreas de evolução florestal a Mb (microbacia) do arroio Arenal, localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. (Figura 1).

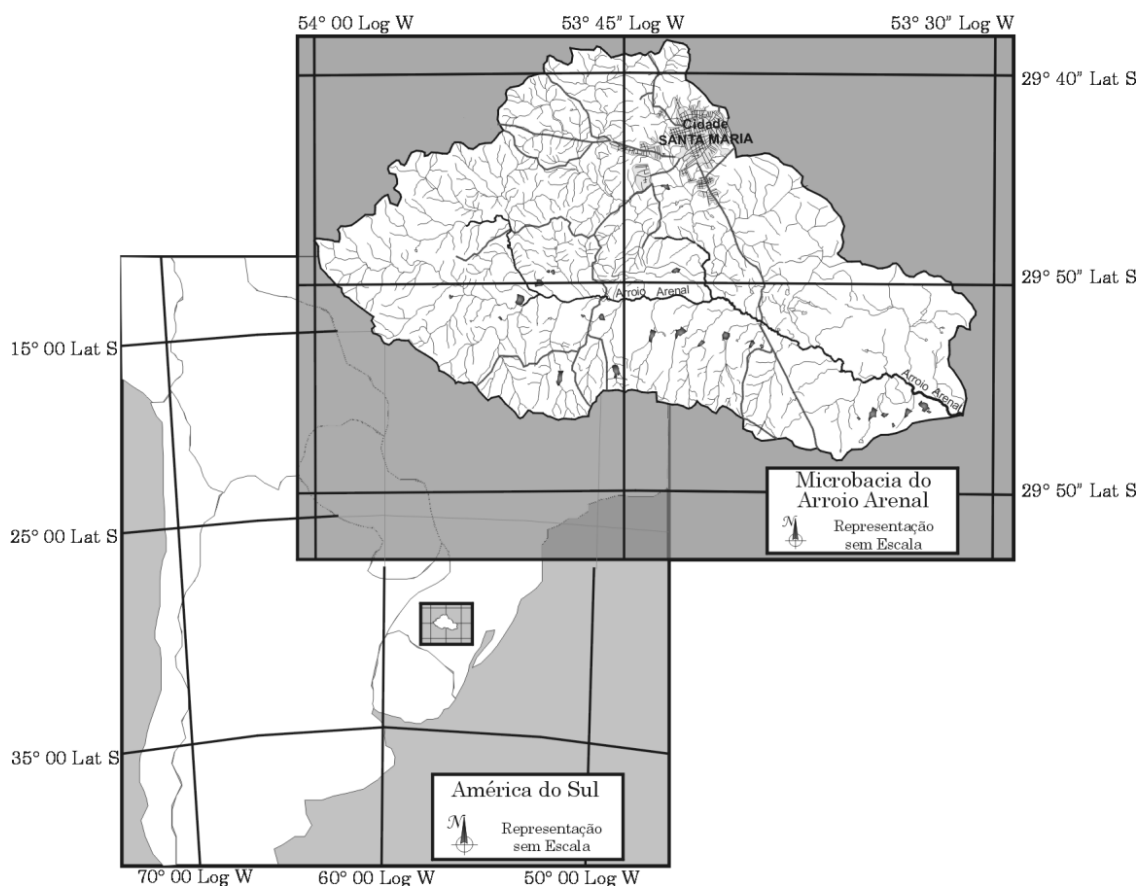


FIGURA 1: Mapa de localização da microbacia do arroio Arenal.

Possuindo uma área de aproximadamente 85.200 ha, a Mb do arroio Arenal comporta duas formações geomorfológicas distintas. A parte noroeste da Mb está situada na região do rebordo do planalto, caracterizada por uma área de transição de Planalto e Depressão de terrenos acidentados e com desníveis de até 500 m. A evolução do Rebordo do Planalto para muitos autores foi acelerado pelo encaixe da drenagem na superfície do Planalto, remetendo-lhe uma ação regressiva, como também poderá ter evoluído a partir da adaptação da drenagem às juntas existentes entre as rochas, pelo resfriamento e contração dos basaltos. Na região hora tem-se os Vales em V, mais estreitos e de vertentes mais íngremes, ora em U, mais amplos e com vertentes mais inclinadas.

A parte sudeste localizada junto a foz do arroio Arenal tem-se a região da Depressão Periférica caracterizada por áreas planas onde predominam geologicamente arenitos. Para Pontelli (1994), a presença de Morros Testemunhos, destacam que a Depressão periférica pouco se ampliou às custas da erosão do rebordo do planalto, uma vez que estes atestam o recuo do planalto e seu limite inicial com a Depressão.

De acordo com Köppen, predomina na Mb o clima Cfa (subtropical ou virginiano) úmido, sem estiagens, dentro deste clima podemos mencionar os verões quentes e invernos frios.

As precipitações são regulares durante todo o ano, sem estação seca definida, com índices pluviométricos anuais de 1.500mm a 1.750mm, distribuídos mais ou menos numa frequência de 113 dias. Os meses menos chuvosos são março, novembro e dezembro.

A dissecação fluvial que obedece no Rebordo o controle estrutural, é definida pela combinação das variáveis: densidade e aprofundamento das drenagens.

Por sua vez, ao sair do Rebordo, e chegar aos sedimentos desérticos da Depressão é tendenciada a formação de patamares estruturais, alargando-se o vale na sua base.

Quanto a vegetação, inicialmente existia na região dois tipos de vegetação características das duas grandes áreas geomorfológicas, a presença de uma Floresta Subcaducifolia Subtropical (espécies semi-caducifolias, características em todo Serra Geral), situada sobre o Rebordo do Planalto. E as formações campestres, denominadas de Campos Limpos, localizada sobre a Depressão Periférica.

A vegetação arbórea pode ainda ser identificada sob a forma de Mata Galeria, em ambas as regiões fisiográficas.

Para o monitoramento das espécies florestais da Mb do arroio Arenal foram utilizadas imagens orbitais do satélite Landsat 5, cena 223_081 datada de 14/10/1995, e Landsat 7 mesma cena, datadas de 15/09/1999 e 15/03/2002.

A localização dos diferentes tipos de uso da terra foi conseguida através da classificação digital das imagens utilizando-se do aplicativo de geoprocessamento Spring 4.0. Antes da classificação digital, foi necessário converter as imagens do formato *.tiff para *.grb, próprio do aplicativo para os processos de registro da imagens.

O registro das imagens conhecido também como georreferenciamento, foi feito pelo processo de captura e cálculo de coordenadas geográficas de pontos conhecidos em cartas topográficas analógicas e nas imagens a serem registradas. Foram informados 16 pontos de coordenadas geográficas ao longo das drenagens, barragens, estradas e áreas limite da microbacia.

Após a georreferência das imagens, identificou-se em composições coloridas obtidas a partir de bandas espectrais diferentes padrões de uso da terra agrupadas em classes conforme características (Tabela 1).

TABELA 1: Chave de identificação dos padrões de uso do solo, composição das bandas espectrais 3, 4 e 5 nos canais BGR respectivamente

Amostra	1.1.1.1.1.1.1.1. Padrão	Uso da terra	Formato
01	Verde escuro	Florestas Nativas e Implantadas	Irregular
02	Verde musgo	Capoeirões	Irregular
02	Verde claro	Pastagens e agricultura	Regular
03	Verde Amarelado	Campo nativo	Irregular
04	Tons de Vermelho	Solo exposto	Regular
05	Tons de Azul	Lamina de água	Irregular
06	Lilaz	Áreas urbanizadas	Regular

Para diminuir a matriz de confusão do algoritmo de classificação no processo de coleta de amostras (áreas de treinamento), foi efetuada a segmentação com limiares de 10 e 30, ou seja, para que o programa agrupasse áreas com uma similaridade de 10, de uma escala de variação de zero a cem possível, onde zero para pixels iguais e 100 para pixels diferentes, com áreas maiores que 30 pixels (cada pixel com resolução espacial de 30 metros). Realizada a segmentação, as próprias áreas selecionadas por esse processo automatizado, puderam ser capturadas como áreas amostrais.

Para tornar igualitária a captura de amostras nas três épocas distintas, foi elaborada uma grade de pontos sistemáticos com pontos equidistantes de 2.000 metros na latitude e 3.500 metros na longitude. A região segmentada onde caiu cada um dos pontos gerados, foi capturada como amostra para o respectivo uso que esta representava. Assim, foram coletadas o mesmo número de amostras nos mesmos pontos, respeitando-se somente a particularidade do seu respectivo uso.

A classificação digital foi conseguida pelo algoritmo classificador de regiões bhattacharya com uma aceitação de 100% para as amostras em cada classe criada.

Classificadas as imagens e tabuladas as diferentes classes temáticas, foram realizados os cruzamentos dos mapas para se obter áreas de evolução florestal e áreas de capoeiras regeneradas. Esses cruzamentos foram obtidos por programação legal, pelos algoritmos bayseanos de união disjunta (\square) e intercessão (&&).

Para a criação do mapa da evolução florestal no período compreendido entre as datas de 1999 em relação a 1995, foram cruzados os mapas de áreas florestais de 1999 com as áreas florestais de 1995 pelo processo de união disjunta. Desse cruzamento, obteve-se um novo mapa com as áreas florestais classificadas em 1999. O mesmo processo foi realizado para a obtenção do mapa da evolução florestal entre os anos 2002 e 1999.

Nos mapas de regeneração, foram cruzados os mapas de evolução florestal de 1999 e 2002 com as áreas de capoeiras de 1995 e 1999 respectivamente, pelo processo da intercessão, gerando-se assim um mapa com as áreas de capoeira que se tornaram floresta.

RESULTADOS EDISCUSSÕES

Com a classificação digital do uso da terra foram encontradas as seguintes áreas para cada padrão de uso identificadas (Tabela 2):

TABELA 2: Resultados da classificação digital das três imagens.

Padrão de Uso	Áreas em 1995 (ha)	Áreas em 1999 (ha)	Áreas em 2002 (ha)
Florestas	9.296	9.817	10.791
Capoeiras	10.749	10.160	5.750
Campo	48.611	50.092	54.596
Agricultura	2.644	478	4.964
Solo exposto	4.214	2.017	7.104
Área urbanizada	779	877	1670
Lámina d'água	3.422	3.754	3.365

Como resultado do primeiro cruzamento para descobrir as áreas de evolução florestal dos anos de 1995 até 1999, foram encontradas áreas predominantes na beira dos sub-arroios e nas encostas norte do rebordo do planalto (Figura 3).

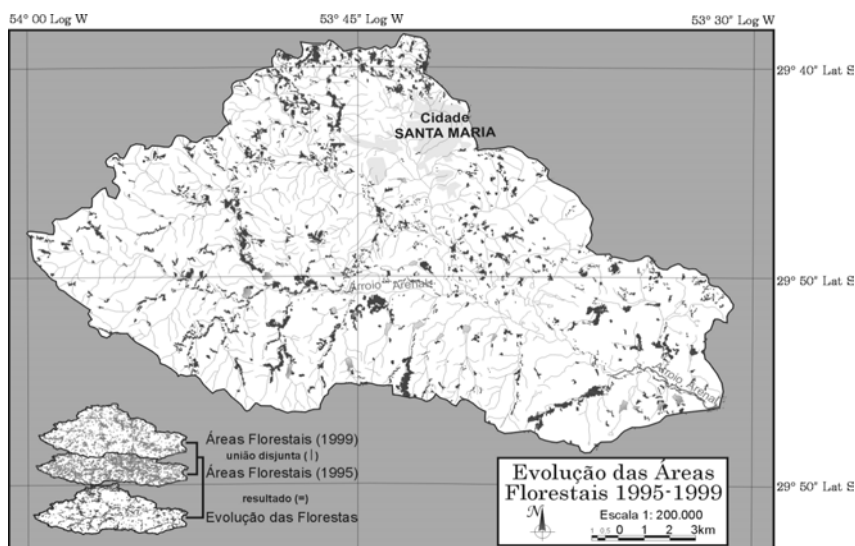


FIGURA 3: Áreas de evolução florestal 1995-1999.

As áreas de florestas agregadas as matas existentes em 1995, somaram uma área de 2.678 ha, mesmo que o acréscimo total de florestas tenha somado somente 521 ha, a mudança da localização de áreas florestais se mostra bastante elevada.

Com o cruzamento das novas áreas florestais acima mencionadas, com as áreas de capoeira encontradas na classificação de 1995 (Figura 4):

Nesta figura podemos perceber o grande número de áreas repetidas, ou seja, a grande quantidade de áreas florestais que surgiram em 1999 e que eram capoeira em 1995. No total temos uma área equivalente a 2.619 ha de regeneração, perfazendo 97,7% de capoeiras que evoluíram para o estágio de floresta. O total de capoeiras existentes em 1995, as florestas regeneradas em 1999 soma o total de 24 %.

Na figura 5, temos o resultado da evolução das florestas em 2002, onde pelo método da união disjunta das florestas de 2002 e da 1999.

Como no mapa da evolução das florestas de 1999, novamente podemos perceber o predomínio de áreas florestais ao longo dos rios e nas encostas dos morros do rebordo do planalto. Estas áreas somaram um total de 2.861 ha. Também aparecem áreas florestais isoladas nos campos da depressão na parte nordeste da Mb do arroio Arenal. Com um acréscimo total na área florestal de 974 ha, também podemos perceber a grande mudança na localização das novas florestas

Para as áreas de regeneração natural de floresta em 2002, por método do cruzamento da interseção das áreas de evolução florestal 2002 e áreas de capoeira de 1999 encontramos 2.341 ha. O que equivale a 23% das capoeiras existentes em 1999, porém das áreas de florestas novas, 19% não era capoeira em 1999 (Figura 6).

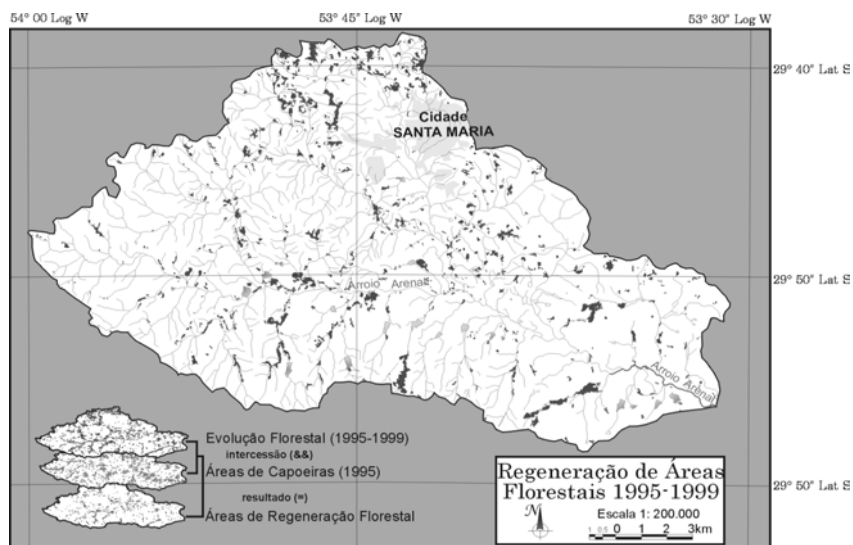


FIGURA 4: Áreas de regeneração florestal 1995-1999.

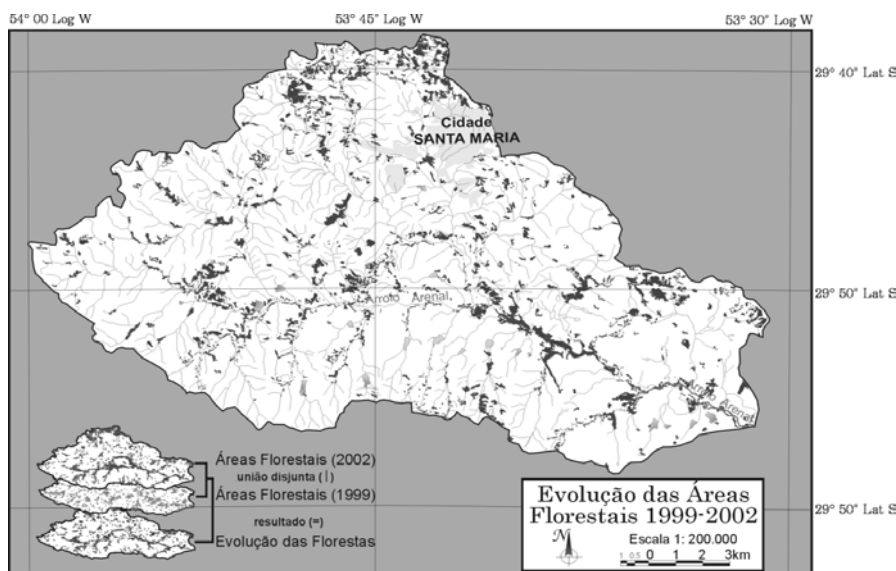


FIGURA 5: Áreas de evolução florestal 1999-2002.

CONCLUSÃO

O processo de segmentação para a classificação (10 e 30) mostrou-se satisfatória para a realidade de usos regional. A escolha da geração de pontos amostrais para a escola de amostras também foi relevante, uma vez que a aceitação das amostras foi de 100%, identificando as mesmas áreas segmentadas para todas as imagens a serem classificadas.

Como principal resultado principal temos o elevado número de áreas florestas regeneradas, mais de 80% das florestas novas passaram pelo estágio de evolução (capoeira-floresta). Outros resultados não menos importante são os valores de floresta agregada, 521 ha de 1995-1999 e 974 ha de 1999-2002, apesar de um valor elevado de acréscimo florestal, as áreas de evolução florestal apresentaram áreas bem mais elevadas, o que se torna preocupante se vemos que apesar dos 1.495 ha de aumento florestal, 4.040 ha de florestas mudaram de local, migrando de área.

Ainda como resultado temos o baixo valor da capoeira que se regenera e torna-se floresta, de 1995 a 1999 somente 24% das capoeiras tiveram uma evolução florestal, o que pode representar a demora no processo de regeneração, ou a ocupação destas áreas para outros usos. O mesmo ocorre de 1999 para 2002, onde 23% das capoeiras evoluíram.

O processo elaborado por esta pesquisa para o estudo da evolução florestal num período temporal distinto, comparando-o com o uso de solo classificados como capoeira poderia ser adotada para o acompanhamento também de

áreas de solo exposto para campo, de campo para capoeira e por fim de capoeira para floresta, completando o cenário dinâmico de uso do solo.

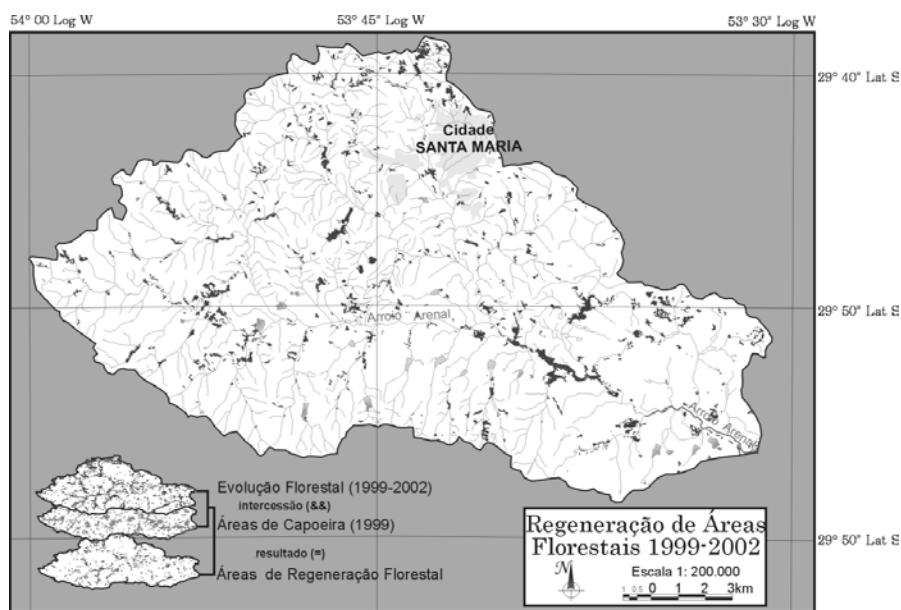


FIGURA 6: Áreas de regeneração florestal 1999-2002.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ASRAR, G., **Theory and Applications of Optical Remote Sensing**. New York: Wiley, 1989. 734p.

BURROGH, P. A., **Principles of geographical informatin systems for land resources assessment**. Clarendon Press: Oxford, 1989, 1994p.

CAMARA, G., Registro automático de imagens de satélite In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 4, Gramado, 10-15 ago. 1994.

CAMARA, G., **Introdução ao geoprocessamento**, INPE, 2001, 107p.

GANDOLFI **Um estudo mais aprofundado de Florestas**. Ed. Universitária - UFRGS, Porto Alegre RS, 1982, 412p.

INPE, textos acessados em 1999 e 2000, disponíveis em: <<http://www.inpe.br>>

NOVO, E. M. L., **Sensoriamento remoto, princípios e aplicações**. São Paulo: Ed. Blucher, SP. 1992. 308p.

PINTO, S. A. F., **Sensoriamento remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão dos solos: contribuição metodológica**. Tese de Doutorado. INPE. São José dos Campos. 1991, 134p.

PONTELLI, R. A., **Um estudo do rebordo do planalto na região de Santa Maria, Santa Maria**: UFSM, 1994, 232p. Dissertação (Mestrado em Geociências)

TEIXEIRA, M., Introdução ao Geoprocessamento. In: **Simpósio Sobre Geoprocessamento**, Editora Espus, Anais..., p 1-26 São Pulo, 1997.

AValiação DO GraU De compactação DO solo e O Crescimento De plantas De *Peltophorum dubium*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Tabebuia impetiginosa*, *Apuleia leiocarpa*, NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA, RS.

EVALUATING SOIL COMPACTION AND THE GROWTH OF *Peltophorum dubium*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Tabebuia impetiginosa*, *Apuleia leiocarpa*. IN THE COUNTY OF SANTA MARIA (RS).

Flávio Hoelscher da Silva¹ Daniel Brondani Ilha⁴ Daniel Rebelato Piccoli¹ Eduardo Bayer¹ Mauro Valdir Schumacher⁵

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo relacionar a compactação do solo e o crescimento de quatro espécies florestais nativas: *Peltophorum dubium*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Tabebuia impetiginosa* e *Apuleia leiocarpa*. O estudo foi realizado no Centro de Pesquisa Florestal da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, no município de Santa Maria, RS, em povoamentos com idade próxima aos 18 anos, plantados em espaçamento 3 m x 2 m. A compactação foi quantificada pela resistência do solo, determinada mediante o uso de um penetrômetro de impacto, e pela densidade do solo, através do método de Copecky. Os resultados indicaram uma maior compactação nas camadas de 10–20cm e 20–30cm, apresentando também, variações semelhantes entre os dados obtidos para resistência e densidade do solo. Comparando os dados dendrométricos medidos para as espécies, pode-se perceber uma relação de crescimento lenta em toda área.

Palavras-chave: compactação do solo, crescimento.

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the compaction of soil in four native sort stands: *Peltophorum dubium*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Tabebuia impetiginosa* e *Apuleia leiocarpa*. Such research was accomplished in the Center of Forest Research of Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, in the municipal district of Santa Maria-RS in povoamentos with close age to the 18 years, with spacing 3 m x 2 m. The compaction was quantified through the soil resistance, determined by means of impact penetrometer, and through the density, determined by the volumetric ring of Copecky method. The results to the soil resistance and density shown a bigger compaction on 10–20 cm and 20–30 cm layers, either shown, alike variations between the attain data of resistance and density. Confronting the measured dendrometric data with other founded in literature, it can be possible observe a slow relation of increase in all area.

Key words: soil compaction, growth.

INTRODUÇÃO

O solo se constitui num recurso renovável quando conservado e usado devidamente. Contrariamente, o uso inadequado do solo altera suas propriedades físicas e mecânicas causando a sua compactação. Tal fato pode restringir o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, visto que, nem todas espécies vegetais reagem de forma idêntica perante determinada situação de “stress”.

Neste contexto, o estudo da estrutura do solo se torna um dos atributos mais importantes para a adaptação das espécies, servindo como indicador de adensamento e compactação do solo, permitindo o controle da perda da produtividade em determinados povoamentos.

No Rio Grande do Sul as indústrias de base florestal optaram, na sua grande maioria, pelo cultivo de espécies exóticas em virtude do amplo conhecimento científico existente sobre estas espécies e também por estas apresentarem rápido crescimento. A respeito das espécies florestais nativas do Estado há poucos estudos restringindo o aproveitamento e a produção maciça de matéria-prima proveniente de povoamentos homogêneos destas espécies.

Espécies típicas do Rio Grande do Sul, como *Peltophorum dubium* (canafístula), *Tabebuia impetiginosa* (Ipê-roxo), *Apuleia leiocarpa* (grápia) e *Enterolobium contortisiliquum* (Timbaúva) apresentam madeira de alto valor econômico. A madeira da canafístula, grápia e Ipê-roxo apresentam densidade elevada sendo recomendada para a construção civil, já a madeira de timbaúva é leve, sendo indicada para construção de brinquedos, lápis e fósforos (Carvalho, 2003).

⁴ Acadêmicos do curso de Engenharia Florestal. Departamento de Ciências Florestais/CCR/UFSM. E-mail: hoelscher@bol.com.br

⁵ Engº Florestal, Dr. Nat techn. Profº do Departamento de Ciências Florestais/CCR/UFSM. E-mail: schuma@ccr.ufsm.br

O presente trabalho tem por objetivo relacionar o grau de compactação do solo e o crescimento de quatro diferentes espécies florestais típicas do Rio Grande do Sul, (*Peltophorum dubium*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Tabebuia impetiginosa* e *Apuleia leiocarpa*).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Seixas *apud* Faria *et al.* (1997), as mudanças que ocorrem nas propriedades físicas do solo em consequência da compactação incluem: aumento na densidade natural do solo, decréscimo no volume de macroporos, redução na velocidade de infiltração e no movimento interno de água, redução na aeração e aumento da resistência mecânica do solo ao crescimento das raízes.

Castro *apud* Faria *et al.* (1997) afirma que a compactação reduz o desenvolvimento da planta, seja por falta ou excesso de água e/ou por deficiência na nutrição. Reis *et al. apud* Faria *et al.* (1997), também concluem que as plantas de sistema radicular restrito apresentam, em geral, redução de tamanho da parte aérea, de modo a obter um crescimento harmonioso.

Fenner *apud* Machado (2002), ao avaliar mudas de *Eucalyptus grandis* em Latossolo Vermelho-Escuro álico, de textura média, três meses após o plantio no campo, observou menor crescimento em altura, diâmetro de colo e produção de massa área em solos compactados.

Espécies florestais nativas como o *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert, conhecido vulgarmente como canafístula, a *Apuleia leiocarpa* (Vogel) Macbride, comumente chamada de grápia, a *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl, conhecida vulgarmente como ipê-roxo, e o *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong, popularmente chamado de timbaúva, não toleram solos rasos e pedregosos, que restringem o crescimento radicular. De acordo com Carvalho (1994), o plantio de *Enterolobium contortisiliquum* deve ser evitado em solos rasos, pois nestes ocorre a morte gradativa dos ponteiros e a conseqüente morte da árvore.

Martins *et al.* (2002) cita que a estrutura do solo pode ser avaliada através da densidade do solo e resistência à penetração. A densidade do solo é muito utilizada para avaliar o seu estado de compactação, pois segundo Campbell *apud* Machado (2002), pode ser empregada, em algumas equações, para o cálculo de outros parâmetros relacionados à estrutura do solo, como a porosidade total e densidade das partículas.

Segundo Silva *et al.* (2000), em solos de textura franco arenosa, a densidade crítica para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas é de 1,60 g cm⁻³. Dedeczek & Gava (1997) constataram que em solos argilosos e em alto nível de compactação, encontram-se valores máximos de densidade próximos a 1,28 g cm⁻³.

A resistência do solo pode ser medida com o uso do penetrômetro. De acordo com Voorhess *et al. apud* Seixas (1997), os dados obtidos mediante o uso do penetrômetro podem refletir com maior sensibilidade a compactação do solo do que a densidade do solo, uma vez que as medições por meio desse equipamento possuem a vantagem de maior facilidade de coleta no campo, permitindo a realização de um grande número de pontos de amostragem.

As desvantagens do uso do penetrômetro incluem a influência da presença de raiz e pedras no solo e os efeitos da umidade do solo nas leituras, já que, o aumento da umidade geralmente implica a diminuição da resistência ao penetrômetro. Além disso, Glinski & Lipiec *apud* Machado (2002), apontam que as raízes, devido ao formato cilíndrico de alongamento e com uma distribuição mais eficiente das forças aplicadas no solo, podem penetrar em um solo denso com mais facilidade do que o cone do penetrômetro.

Segundo Grant & Lanfond, *apud* Martins *et al.* (2002), valores na faixa de 15,3 a 30,6 Kgf cm⁻², são restritivos ao crescimento radicular. Resultado semelhante foi obtido por Arshad *et al. apud* Martins *et al.* (2002), indicando que em solos com resistência à penetração maior que 20,4 Kgf cm⁻², o crescimento de raízes é limitado e, naqueles com valores abaixo de 10,2 Kgf cm⁻², a resistência pode ser assumida como pequena. Greacen & Sands (1980) citam que o valor de Kgf cm⁻² é considerado como limite para o crescimento do sistema radicular.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área

A área de estudo é composta por quatro povoamentos florestais homogêneos de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert, *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong, *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl e *Apuleia leiocarpa* (Vogel) Macbride, localizados no Centro de Pesquisa Florestal da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), no município de Santa Maria, RS. Os povoamentos possuem, aproximadamente, 18 anos de idade, e foram plantados em espaçamento de 3 m x 2 m.

Segundo Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, com temperatura média do mês mais quente maior que 22°C, e a temperatura média do mês mais frio maior que -3°C. O regime de chuvas apresenta uma precipitação média anual de 1625 mm, bem distribuídas durante todo ano (Moreno, 1961).

Os solos desta região pertencem, predominantemente, a Unidade de Mapeamento São Pedro, sendo classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico. Essa unidade de mapeamento é formada na maior parte por solos profundos, friáveis, bem drenados e com textura superficial arenosa. São ácidos, de baixa a média saturação de bases e pobres em matéria orgânica e nutrientes essenciais às plantas (Streck *et al.*, 2002).

A área do estudo era composta anteriormente por vegetação campestre nativa, destinada à pecuária, sendo importante ressaltar, o preparado convencional do solo na implantação dos povoamentos, e a ausência de tratamentos culturais, como o controle da mata-competição, durante os 18 anos de existência dos povoamentos.

Determinação da resistência do solo

Para realização dos testes de resistência à penetração vertical, utilizou-se o penetrômetro de impacto modelo IAA/PLANASUCAR – STOLF. Os testes de resistência à penetração foram realizados no campo para a profundidade de 0 a 50 cm, em 10 pontos aleatórios em cada povoamento, transformando-se o número de impactos, desse equipamento através do perfil do solo, em Kgf cm^{-2} , por meio da fórmula proposta por Stolf et al., 1983:

$$R = 5,6 + 6,89N \text{ (impactos/dm)}$$

Onde: R = resistência do solo (kgf/cm^2); N = número de impactos do penetrômetro através do perfil do solo.

Determinação da densidade do solo

Para determinação da densidade do solo, foi utilizado o método do anel volumétrico de Copecky (EMBRAPA, 1997). Para tal, abriram-se três trincheiras em diferentes pontos de cada povoamento, coletando com o auxílio do anel volumétrico amostras em cinco diferentes profundidades por ponto: 0-10; 10-20; 20-30; 30-40 e 40-50 cm. As trincheiras foram todas instaladas sobre pontos amostrados anteriormente com o penetrômetro.

Determinação da altura e do DAP

Para a determinação das variáveis altura e DAP (diâmetro a 1,3 m do nível médio do solo), foram instaladas três parcelas de 15 m x 15 m em cada povoamento, dentro destas parcelas foram medidos os DAPs de todas as árvores, bem como a altura de 20% do total das mesmas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resistência do solo à penetração

De um modo geral, verificou-se que os maiores índices de cone registrados nos povoamentos ficaram na faixa dos 15-30 cm de profundidade, com resistências máximas entre 17,3 a 19,4 Kgf cm^{-2} (Figura 1).

De acordo com Grant & Lanfond *apud* Martins *et al.* (2002), valores entre 15,3 até 30,6 Kgf cm^{-2} são prejudiciais ao desenvolvimento radicular das plantas, ficando assim subentendido que o fator resistência restringiu o prolongamento do sistema radicular nos povoamentos estudados.

O histórico da área pode explicar a maior resistência registrada até os 30 cm de profundidade em todos os casos, pois os plantios em questão foram feitos sobre uma antiga área de campo sujeita ao pisoteio de animais, onde para a adequação do terreno ao plantio, foi realizado o preparo convencional do solo, com baixa profundidade, provavelmente formando um pé-de-arado.

Densidade do Solo

De acordo com Borges *et al. apud* Martins (2002), densidades superiores a 1,15 g cm^{-3} , em solos de textura muito argilosa, reduzem os teores de nutrientes na parte aérea de plantas de *Eucalyptus sp.*, possivelmente em razão da redução no volume de solo explorado pelas raízes.

Em solos arenosos, Dedecck & Gava (1997) também constataram efeitos negativos, com redução em até 2/3 da produção de madeira devido à compactação do solo. A densidade encontrada em áreas de baixa compactação foi de 1,35 g cm^{-3} , enquanto que em áreas de alta compactação o valor máximo encontrado foi de 1,66 g cm^{-3} . Os valores máximos de densidade foram encontrados entre 20 a 30 cm de profundidade.

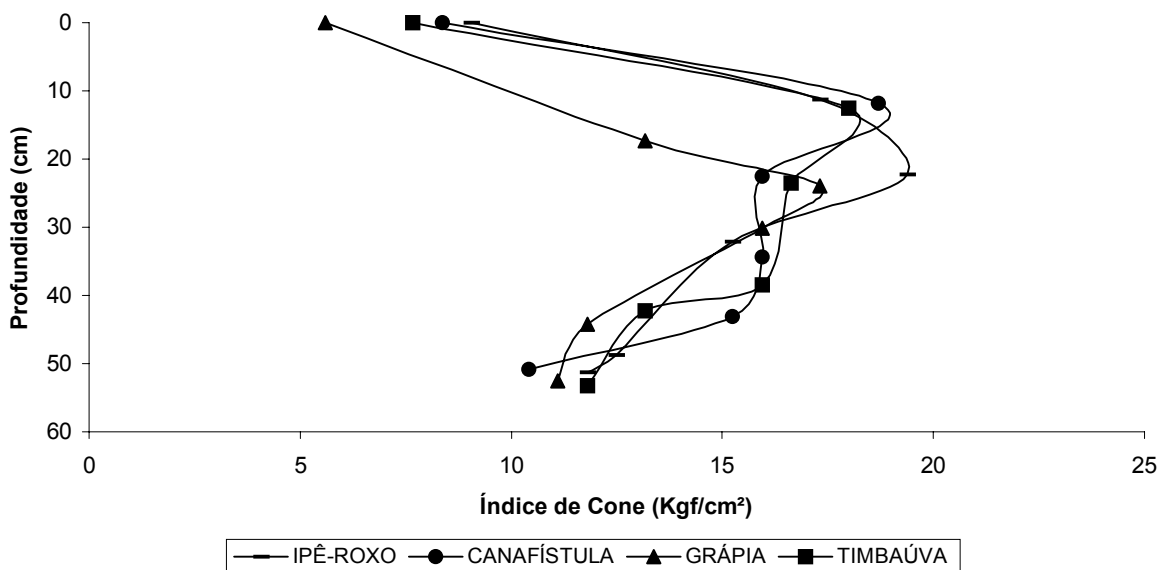


FIGURA 1: Índice de cone para o solo sob povoamentos homogêneos de *Tabebuia impetiginosa* (Ipê-roxo), *Peltophorum dubium* (canafístula), *Apuleia leiocarpa* (grápia) e *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva).

Nos resultados apresentados na Figura 2, pode-se observar a maior densidade em torno de 1,57 g cm⁻³ e a menor 1,17 g cm⁻³, o que pode ter influenciado de forma negativa no desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

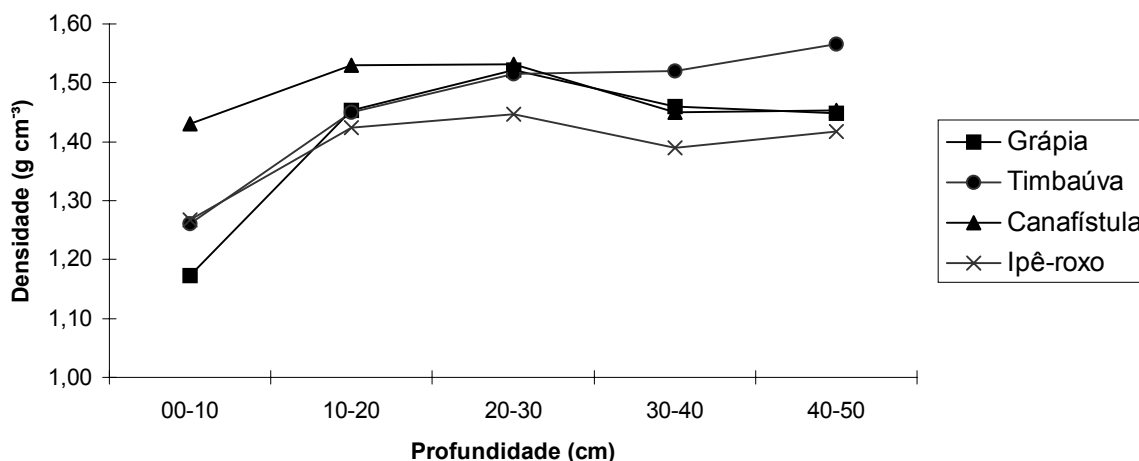


FIGURA 2: Densidade do solo sob povoamentos homogêneos de *Tabebuia impetiginosa* (Ipê-roxo), *Peltophorum dubium* (canafístula), *Apuleia leiocarpa* (grápia) e *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva).

Variáveis dendrométricas

As características dendrométricas levantadas no presente trabalho estão expressas na Tabela 1.

TABELA 1: Altura média e DAP médio em povoamentos homogêneos com espaçamento 3 m X 2 m de Ipê-roxo, canafístula, grápia e timbaúva.

ESPÉCIES	ALTURA MÉDIA (m) 18 ANOS	DAP MÉDIO (cm) 18 ANOS
CANAFÍSTULA	8,4 a ¹	11,2 a ¹
IPÊ-ROXO	6,1 a	10,6 a
TIMBAÚVA	5,7 a	12,4 a
GRÁPIA	5,2 a	6,4 b

¹Médias ligadas por mesma letra na mesma coluna não diferem pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

De acordo com Carvalho (1994), em plantio de *Peltophorum dubium* (canafístula) instalado no município de Cascavel – PR, com 10 anos de idade e em espaçamento de 3 m x 2 m, sobre Latossolo Roxo distrófico, obteve-se valores de altura de 12,1 m e DAP médio de 13,7 cm. Resultados que assemelham-se aos obtidos em um plantio experimental realizado no município de Cosmópolis SP, em Latossolo Roxo, com 20 anos de idade, no qual constatou-se uma altura média de 28,4 m e DAP médio de 39,5 cm (Carvalho 1994).

Os valores médios obtidos para a *Enterolobium contortisiliquum* (Timbaúva) foram de 5,7 m para a altura e de 12,4 cm para o DAP. Segundo Carvalho (1994), em estudo realizado sobre Latossolo Roxo em um povoamento de 20 anos, sem espaçamento definido, no município de Cosmópolis – SP, obteve-se valores médios para a altura de 13,1 m e DAP de 26,2 cm, o que resultou numa diferença de altura de 7,4 m e DAP de 13,7 cm.

A espécie *Tabebuia impetiginosa* (ipê-oxo) apresentou valores médios de altura de 6,1 m e de 10,6 cm para o DAP. Carvalho (1994) menciona que, em um plantio experimental realizado sobre Latossolo Roxo distrófico na cidade de Dois Vizinhos – PR, com espaçamento de 2 m x 2 m e 14 anos de idade obteve-se valores de altura média de 6,2 m e DAP médio de 10,2 cm. Outro estudo realizado também sob espaçamento 2 m x 2 m em solo de associação Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico + Podzólico Vermelho-Amarelo, no município de Rio Formoso – PE com 13 anos, apresentou valores médios de altura e DAP, respectivamente, 7,3 m e 10 cm, que em relação a área de estudo repercutiu numa maior altura e um menor DAP, com uma diferença de altura de 1,2 m e 0,6 cm de DAP. A pouca diferença em relação ao DAP médio, provavelmente se deve ao uso do espaçamento 2 m x 2 m.

Os valores médios obtidos para grápia (*Apuleia leiocarpa*) em relação a altura foram de 5,2 m e DAP 6,4 cm. Quanto a esta espécie cabe ressaltar que apesar das menores medidas apresentadas em relação às demais espécies, foi a que teve o maior número de árvores amostradas. Um fator que pode ter influenciado neste sentido é a baixa densidade registrada na camada superficial, esta sendo de 1,17 g cm⁻³, bem como o baixo índice de cone de 5,6 kgf/cm². Carvalho (1994) menciona que, em estudos realizados em Latossolos Vermelho-Amarelo álico podzólico, no município de Paranaguá – PR, sob espaçamento 3 m x 2 m obteve-se valores de altura média igual a 6,5 m e DAP de 7,4 cm, aos 10 anos de idade. Já no município de Campo-Mourão – PR foram feitos dois plantios experimentais sobre Latossolo Roxo distrófico, sendo o primeiro de 8 anos e com espaçamento 4 m x 2 m e um segundo de 5 anos em espaçamento 3 m x 3 m, esses povoamentos obtiveram respectivamente valores de altura iguais a 8,2 m e 6,1 m e de DAP 11,7 cm e 9,5 cm.

CONCLUSÕES

Apesar da dificuldade em se determinar a relação da compactação do solo com o crescimento das árvores, principalmente pelo grande número de variáveis que podem atuar sobre este aspecto, como o tipo de solo, o índice de chuvas, fertilidade de sítios, matocompetição, idade, espaçamento, entre outros, foi possível chegar as seguintes conclusões:

A maior resistência do solo à penetração ocorreu na faixa dos 20 a 30 cm de profundidade;

Os valores da densidade do solo foram maiores na faixa dos 20 a 30 cm de profundidade, com exceção do povoamento de timbaúva;

A densidade na faixa dos 20 a 30 cm variou entre 1,45 e 1,53 g cm⁻³, o que pode ter influenciado negativamente no crescimento dos povoamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 674 p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: EMBRAPA-Informação Tecnológica, 2003. 1037 p.

DEDECECK, R.A.; GAVA, J.L. Compactação do solo pela colheita de eucalipto: sua avaliação e efeito na produtividade da rebrota. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, Salvador, 1997. Anais... Colombo, EMBRAPA/CNPQ, 1997. v.3, p. 63 – 68.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. ver. E atual. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.

FARIA, J.M.R.; DAVIDE, A.C.; BOTELHO, S.A. Comportamento de espécies florestais em área degradada, com duas adubações de plantio. **Revista Cerne**, Lavras, v. 3, n.1, p. 025-044, 1997.

GREACEN, E.L.; SANDS, R. Compaction of forest soil, a review. **Australian Journal Soil Research**, Melbourne, v.17, p.163-189, 1980.

MACHADO, C.C. **Colheita florestal**. Viçosa: UFV, 2002. 468 p.

MARTINS, S.G.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; FERREIRA, M.M. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico sob diferentes povoamentos florestais. **Revista Cerne**, Lavras, v. 8, n.1, p. 032-041, 2002.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Oficinas Gráficas da Secretária da Agricultura – RS, 1961. 34p.

SEIXAS, F. **Avaliação da compactação do solo devido as atividades de colheita de madeira**. Piracicaba: 1997. 22p. (não publicado)

SILVA, A.P.; ARAÚJO, E.F.; SANTANA, M.A.M. Determinação da densidade critica e intervalo hídrico ótimo de solos da Bahia Sul. Relatório final. Teixeira Freitas. Contrato entre Bahia Sul e ESALQ – USP. 2000. 17 p.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V.L. Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/PLANAL SUCAR – STOLF. Série Penetrômetro de Impacto, p. 1-9. 1983. (Boletim Técnico, 1).

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002. 108 p.

AVALIAÇÃO DO USO DE DIFERENTES TIPOS DE TURFA COMO SUBSTRATO PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS

EVALUATION OF THE USE OF DIFFERENT TYPES OF PEAT AS SUBSTRATUM FOR THE GERMINATION OF SEEDS OF FOREST SPECIES

Delmar Santin¹ Igor Poletto¹ Denise Ester Ceconi¹ Juarez Martins Hoppe²
Mauro Valdir Schumacher³ Eloi Paulus¹

RESUMO

Para avaliar o potencial de diferentes tipos de turfa usadas como substrato na germinação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert), grapia (*Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr.), pinus (*Pinus elliottii* Engelm), acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan.), e erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.), foram instalados experimentos no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, RS. Os experimentos foram conduzidos em Delineamento Blocos Casualizados, com 4 tratamentos e 3 repetições de 63 sementes cada. Os tratamentos foram compostos, para cada espécie, de 4 diferentes tipos de turfa; T1 – Turfa Eucalipto, T2 Turfa Pinus, T3 – Turfa F10 e T4 – Turfa Floresta. Foi avaliada a porcentagem de germinações e ataque de patógenos de solo. As diferentes qualidades de turfa interferiram na germinação das espécies e o melhor tratamento não foi o mesmo para todas as espécies. Algumas espécies foram atacadas por patógenos causando mortalidade por “damping off”.

Palavras-chave: germinação, espécies florestais, substrato, turfa.

ABSTRACT

To evaluate the potential of different types peat used as substratum in the germination of canafistula seeds (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert), grapia (*Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr.), pinus (*Pinus elliottii* Engelm), acacia-negra (*Acacia mearnsii* Of Wild.), angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan.), and erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.), experiments were installed in the Forest Nursery of the Department of Forest Sciences of the of Santa Maria Federal University, RS. The experiments were driven in Statistical Randomized Design Blocks (DBC), with 4 treatments and 3 repetitions of 63 seeds each. The treatments were composed, for each species, of 4 different types peat; T1 Eucalyptus Peat, T2 Pinus Peat, T3 F10 Peat and T4 Forest Peat. It was evaluated the percentage of germinations and attack of soil pathogens. The different peat qualities interfered in the germination of the species and the best treatment was not the same for all of the species. Some species were attacked by pathogens causing mortality for "damping off."

Key words: germination, forest species, substratum, peat.

INTRODUÇÃO

A diversidade de espécies florestais da flora brasileira que pode ser utilizada seja ela para quais quer fins é considerada uma das maiores do mundo. No entanto pouco se sabe sobre a germinação destas espécies. Aspectos como obtenção das sementes, quebra de dormência, época de plantio, substrato a ser utilizado na sementeira, a produção de mudas livres de patógenos, são alguns desafios que precisam ser desvendados ainda para algumas espécies, principalmente para a maioria das espécies nativas do Brasil.

Além da escassez de conhecimentos a produção comercial de mudas de algumas espécies é limitada pela falta de um substrato (alternativo ou comercial) que atenda as demandas nutricionais da espécie. Muitas vezes, as mudas são produzidas fora dos padrões de qualidade, resultando em povoamentos futuros que não atinjam as características desejadas, trazendo pouco retorno ou até mesmo prejuízos financeiros ou ambientais.

Viveiristas utilizaram por muito tempo solo como substrato, extraído muitas vezes irregularmente de margens de rios, em meio a matas ou em locais impróprios na maioria das vezes sem acompanhamento de algum órgão ambiental de fiscalização. Essa extração geralmente acarretava em inúmeros impactos ao ambiente. Porém, com a legislação e a consciência das pessoas essa prática está mudando e, em substituição ao solo faz-se necessário a pesquisa

¹ Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal – CCR – UFSM. E-mail: delmar1@bol.com.br

² Eng. Florestal. Prof. Dr. do Departamento de Ciências Florestais – CCR – UFSM.

³ Eng. Florestal. Dr. nat. techn., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, CCR – UFSM.

para obtenção de novas técnicas, tanto de produção, quanto de substratos de qualidade que atendam não só as demandas nutricionais das espécies, mas também legalmente produzido.

Produzir mudas de boa qualidade, com alturas e diâmetros recomendáveis, com uma adequada relação entre biomassa aérea e radicular, enfim com todas as características desejadas, é de fundamental importância não só para a sua sobrevivência a campo no momento em que se implanta um povoamento, mas também para evitar gastos excessivos no futuro com tratos e métodos silviculturais, ou seja, com o manejo que estes povoamentos possam a vir exigir.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de diferentes tipos de turfa como substrato na germinação de sementes das seguintes espécies florestais: canafístula (*Peltophorum dubium*), grápiá (*Apuleia leiocarpa*), pinus (*Pinus elliottii*), acácia-negra (*Acacia mearnsii*), angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*) e erva-mate (*Ilex paraguariensis*).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A maioria dos projetos que visa a conservação e exploração de espécies nativas florestais depende da formação de mudas. Assim, a renovação de vegetação, a recuperação de áreas degradadas, o estabelecimento de bancos de germoplasma, os programas de melhoramento e os plantios para exploração econômica de frutos, madeira e produtos medicinais são baseados na coleta de sementes e reprodução daquelas espécies (Melo *et al.* 1998).

De acordo com Popinigis (1985), a dureza do tegumento de muitas espécies é descrita e atribuída especialmente à camada de células em paliçada, que é constituída de paredes espessas e recobertas externamente por uma camada cuticular cerosa, o que impede a absorção de água e impõem restrições mecânicas ao crescimento do embrião, retardando o processo germinativo.

A máxima produção de mudas de alta qualidade, a partir de certa quantidade de sementes é um indicador da eficiência das técnicas utilizadas por um viveirista. Na prática este conceito é de difícil avaliação entre diferentes viveiros, visto que nem sempre são utilizadas sementes das mesmas procedências (Donald, 1984). Ocorrem também, diferenciadas situações entre os viveiros, como as de ordem climática, de técnicas de produção e qualidade do substrato.

Semeaduras não devem ser superficiais e nem profundas. No primeiro caso, as sementes recebem intenso calor do sol, não absorvendo umidade em quantidade adequada à germinação. Em semeaduras profundas, o peso do substrato constitui-se em um fator físico inibidor da emergência de plântulas. Existe, portanto, uma profundidade ideal que varia com as dimensões e vigor das sementes. Segundo Deichmann (1967), como regra prática, pode-se adotar o critério que a profundidade não deve ultrapassar duas vezes a espessura das sementes e, de acordo com Schubert & Adams (1971), três vezes.

Logo após a semeadura, usualmente feita na primavera, iniciam-se as regas. A camada superficial do substrato deve permanecer úmida para favorecer o processo germinativo. Se assim não for, pode-se perder o efeito da quebra de dormência da semente e a emergência ocorre lenta e irregularmente, resultando em algumas falhas nos canteiros, até mesmo a ocorrência de manchas sem emergência de mudas. Por outro lado, há que se evitar o excesso de umidade que favorece a lixiviação de nutrientes, além de poder provocar o surgimento de doenças, como o “damping-off” nas fases pré e pós-emergentes. Cria também condições desfavoráveis para a circulação do ar no substrato. A eficiência do sistema radicular é grandemente influenciada pela aeração. A energia despendida no processo de crescimento, de acordo com Associação Nacional para Difusão de Adubos (1975), é obtida pelas raízes através da respiração, o que é possível dada a presença de oxigênio do ar existente no substrato. Portanto, se a aeração for prejudicada por excesso de umidade, o desenvolvimento radicular também fica prejudicado. Com adequada aeração, as raízes tornam-se profusamente subdivididas, longas, tendo coloração clara e grande quantidade de pêlos absorventes.

Para Carneiro (1995), substrato é o meio em que as raízes proliferam-se, para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas e também as necessárias quantidades de água, oxigênio e nutrientes. Todos os elementos essenciais absorvidos são derivados dos componentes minerais e orgânicos do substrato. Qualquer distúrbio ao crescimento das raízes restringe suas funções, interferindo no desenvolvimento da parte aérea das mudas.

Segundo May (1984), a fertilidade do substrato pode ser definida como a qualidade que permite o fornecimento dos elementos apropriados ou dos componentes que contém estes elementos, em quantidades adequadas para o crescimento das mudas. A produtividade de um substrato é a capacidade de produzir, sob uma específica metodologia, toda uma colheita de mudas. Substratos produtivos devem ser férteis, porém um substrato fértil pode não ser necessariamente produtivo, pois há que se considerar as exigências nutricionais de cada espécie.

A matéria orgânica tem a capacidade de reter a umidade e nutrientes no substrato, da mesma forma que a argila. O húmus tem a propriedade de expansão e retenção, em resposta às condições de umidade e de seca, auxiliando na manutenção de uma adequada estrutura dos substratos. Também a matéria orgânica não decomposta pode desempenhar importante papel na estrutura, pela sua própria presença física, como meio de descontinuidade do componente mineral do substrato (Aldhous, 1975).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro Tecnológico de Silvicultura do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria – RS, nos meses de junho a agosto.

As sementes foram fornecidas pelo Banco de Sementes do Centro Tecnológico de Silvicultura do DCFL – UFSM. Inicialmente as sementes que possuíam restrições naturais à germinação foram submetidas à quebra de dormência ou estratificação.

As sementes de canafístula (*Peltophorum dubium*), foram deixadas submersas em água por 24 horas a fim de homogeneizar a germinação. Para a erva-mate (*Ilex paraguariensis*), as sementes foram deixadas em processo de estratificação por cerca de 4 meses em terra fina e areia misturadas (1:1 areia e terra). Para o pinus (*Pinus elliottii*) o processo de quebra de dormência foi deixar as sementes 1 mês umedecidas á temperatura de 4° C. As sementes de acacia-negra (*Acacia mearnsii*) e grápia (*Apuleia leiocarpa*) foram colocadas em água fervente e deixadas submersas até a água esfriar. Para o angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*), não houve necessidade de fazer quebra de dormência.

As mudas foram mantidas inicialmente em casa de vegetação por dois meses e depois em ambiente de viveiro com 75% de luminosidade até o final do experimento.

O experimento foi conduzido em Delineamento Blocos ao Acaso, com quatro tratamentos (Tabela 1) em quatro repetições de 15 mudas, mantendo-se uma borda de 30 mudas cada.

TABELA 1: constituição de cada tratamento aplicado para a produção de mudas de espécies florestais

Tratamentos	Composição
T1	Turfa F10
T2	Turfa pinus
T3	Turfa eucalipto
T4	Turfa floresta

Os recipientes utilizados foram tubetes com capacidade de 124 cm³. O substrato utilizado foi turfa proveniente do Município de Criciúma – SC, sendo que algumas características são descritas no Quadro 1.

QUADRO 1: Características físicas e químicas das turfas utilizadas como substrato no experimento

Turfas		Pinus	Eucalipto	Florestal	F10
pH		5	5,8	5,8	6
Ec (ds/m)		1,2	1,2	0,7	1
Teor de umidade (%)		60%	60%	60%	50%
Análise granulométrica de Base Úmida (%)					
Peneira	> 11,2 mm	0,30	2,31	0,00	4,02
	11,2 - 6,3 mm	14,27	13,91	0,21	12,20
	6,3 - 4,0 mm	24,44	27,89	0,76	16,52
	4,0 - 2,0 mm	28,06	24,27	16,75	19,92
	2,0 - 0,5 mm	30,11	21,35	60,63	26,22
	< 0,5 mm	2,83	10,33	21,67	20,95
Análise Granulométrica de Base Seca (%)					
Peneira	> 11,2 mm	0,00	3,59	0,00	2,84
	11,2 - 6,3 mm	6,13	6,98	0,20	7,95
	6,3 - 4,0 mm	22,95	27,27	1,00	14,90
	4,0 - 2,0 mm	22,76	28,89	9,54	19,65
	2,0 - 0,5 mm	21,74	15,59	44,15	17,48
	< 0,5 mm	26,43	20,06	45,17	37,18
Diâmetro médio ponderado de Base Úmida (mm)		2,63	2,87	0,75	2,49
Diâmetro médio ponderado de Base Seca (mm)		1,95	2,38	0,60	2,01

* Dados fornecidos pela empresa Turfa Fértil - Santa Catarina.

A partir da sementeira, foram feitas contagens das germinações a cada 10 dias em cada tratamento para determinar a porcentagem de mudas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos Figuras 1, 2 e 3, podemos observar a porcentagem média de mudas germinadas em função dos diferentes tipos de turfa ao longo das avaliações.

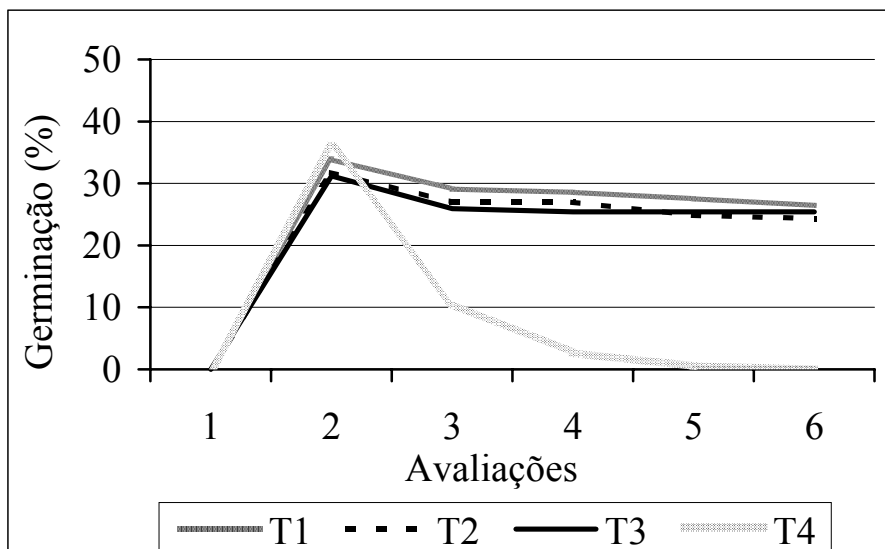


FIGURA 1: Avaliação da germinação da grápia (*Apuleia leiocarpa*) ao longo de 6 avaliações.

Podemos analisar no Gráfico 1, que ocorreu germinação entre 30 e 40 % das sementes até a segunda avaliação. A partir daí começou a ter mortalidade de mudas por “damping off” (doença ocasionada por fungos do gênero *Botrytis* sp). Para o tratamento T4 a doença ocasionou mortalidade para 100% das mudas até a sexta avaliação. Para os demais tratamentos a doença agiu até a quarta avaliação, permanecendo aproximadamente 25% das mudas até a última avaliação.

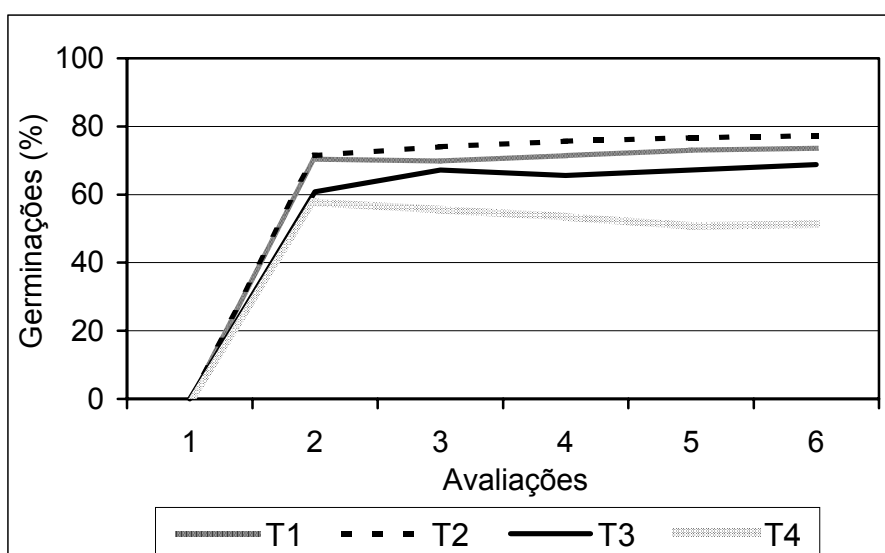


FIGURA 2: avaliação da germinação da Canafístula (*Peltophorum dubium*) ao longo de 6 avaliações.

Observamos no Gráfico 2, que os tratamentos T1 e T2 obtiveram maiores porcentagens de germinação (cerca de 70%) na segunda avaliação. O tratamento T4 permaneceu com menor porcentagem (cerca de 58%). O tratamento T3 ficou com 60% de germinação. Até a sexta avaliação pode-se observar que os tratamentos T1, T2, e T3 permaneceram entre 70% e 80% de germinação. O tratamento T4 diminuiu a porcentagem de mudas devido à mortalidade pelo “damping off” (causado pelo fungo do gênero *Botrytis* sp.), permanecendo 50% de mudas germinadas.

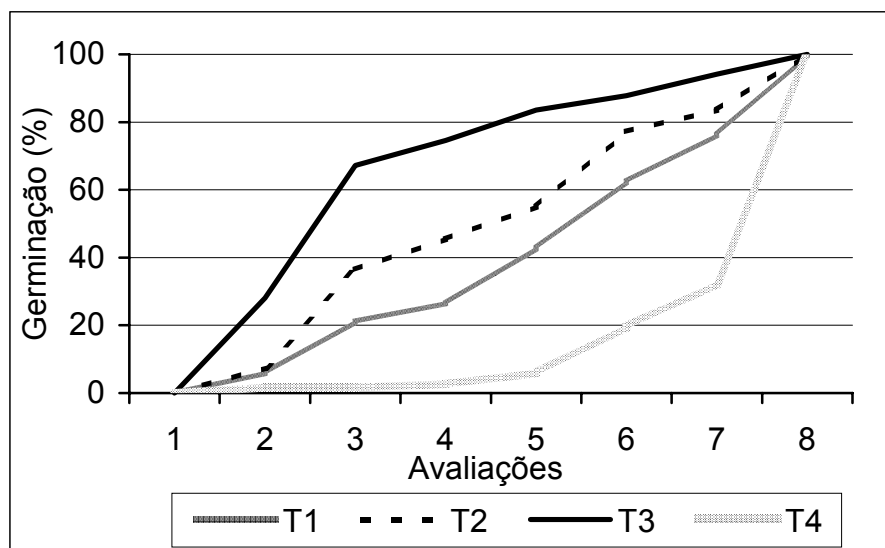


FIGURA 3: Avaliação da germinação da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) ao longo de 8 avaliações.

Podemos analisar no Gráfico 3, que o tratamento T3 alcançou o melhor índice de germinação logo na segunda avaliação. A germinação das sementes do tratamento T4 ocorreu bem mais tarde, praticamente a partir da quarta avaliação. Os tratamentos T1 e T2 obtiveram uma taxa de germinação regular ao longo das avaliações. Todos os tratamentos tiveram 100% de germinação na oitava avaliação.

Para o *Pinus elliottii* e a *Acacia mearnsii*, ocorreu 100% de germinação em todos os tratamentos aos 5 dias após a sementeira. Logo que emergiam as mudas foram atacadas pela doença “damping off” (ocasionada pelo fungo do gênero *Botrytis* sp.).

Para a *Parapiptadenia rigida*, em todos os tratamentos ocorreu germinação em três dias após a sementeira.

Nota-se que para as espécies *Ilex paraguariensis* e *Parapiptadenia rigida* não ocorreu manifestações da doença “damping off”, ao contrário das demais espécies estudadas.

Para Carneiro apud Carneiro (1995), inúmeros são os fatores, das mais distintas naturezas, que predispõem as mudas a doenças. Neste contexto, a patogenicidade do inóculo e a susceptibilidade das mudas desempenham importante papel. Os fungos causadores das doenças sobrevivem no substrato, mesmo na ausência do hospedeiro. Condições favoráveis para a multiplicação de fungos ou condições pobres para o desenvolvimento de mudas propiciam o surgimento de doenças. Crescimento muito rápido em altura não é adequado sob o ponto de vista de qualidade das mudas, criando condições para o desenvolvimento de patógenos e, como consequência, tem-se o aumento da extensão e da severidade das doenças. Ressalva-se que as doenças são também consequências do ambiente, de modo que elas podem ser limitadas a certas condições ecológicas. Assim, em uma região, uma doença pode ser comum, surgindo quase todos os anos, enquanto que não ocorre em outra região com características distintas. Os fatores ambientais, por consequência, podem afetar a extensão e severidade de uma doença, assim como podem influenciar nas medidas de seu controle.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o uso de diferentes qualidades de turfa interferiu na germinação de algumas espécies e o melhor tratamento não foi o mesmo para todas as espécies.

A recomendação do tipo de turfa usada como substrato para sementeira de sementes de espécies florestais deve ser mediante teste da exigência da espécie.

Os diferentes tipos de turfa usados no experimento, são fonte de inóculo do fungo *Botrytis* sp., portanto, a utilização dos mesmos como substrato deve ser recomendado somente sob orientação de desinfestação dos fungos.

As espécies *Parapiptadenia rigida* e *Ilex paraguariensis* não foram susceptíveis a doença do “damping off” ao contrário das demais espécies estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDHOUS, J. R. Nursery practice. **For. Comm. Bull.**, London, n. 43, p. 1-184, 1975.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Manual de adubação**. São Paulo, 1975, 346 p.

CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 1995. 451p.:il.

DEICHMANN, V. V. **Noções sobre sementes e viveiros florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1967. 196 p.

DONALD, D. G. M. A. Study in Nursery Efficiency and Plant Quality. **S. Af. For. J.**, Pretoria. n. 128, p. 12-14, 1984.

MAY, J. Seedling growth and development. In: **SOUTHERN pine nursery handbook**. [S. l.]: USDA. For Serv., Southern Region, 1984^a Cap. 7, p. 1-18.

MELO, J. T. *et al.* Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies de cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.) **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina-DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. 556p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de Sementes**. Brasília: Agriplan, 1985. 285p.

SCHUBERT, G. H., ADAMS, R. S. **Reforestation Practices for Conifers in California**. Sacramento: Resources Agency, Dept. of Conservation, Division of Forestry. 1971.

INFLUÊNCIA DA FERTILIZAÇÃO COM DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE CABRIÚVA (*Myrocarpus frondosus* ALEMAO)

FERTILIZATION INFLUENCE WITH DIFFERENT PHOSPHORUS DOSES IN THE CABRIÚVA SEEDLINGS GROWTH (*Myrocarpus frondosus* ALLEMAO)

Denise Ester Ceconi¹ Eleandro José Brun² Mauro Valdir Schumacher³ Igor Poletto¹
Flávia Gisele König² Isabel Sandra Kleinpaul⁴ Letícia Lima²

RESUMO

Este experimento foi realizado com o objetivo de estudar os efeitos de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de Cabriúva (*Myrocarpus frondosus*). Como substrato foi utilizado Argissolo Vermelho-Amarelo, coletado na camada superficial (0-20 cm), como adubação complementar foram adicionados 25 mg kg⁻¹ de N e 47,5 kg⁻¹ de K, as fontes foram CH₄N₂O e KCl. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 8 tratamentos e 6 repetições, totalizando 48 parcelas, de uma planta cada. Os tratamentos foram constituídos por: testemunha (solo sem adição de fósforo), 90, 180, 270, 360, 450, 540 e 630 mg kg⁻¹, de P (utilizando CaHPO₄ como sal). Os recipientes utilizados foram vasos de polipropileno com capacidade de 2,0 dm³. A umidade dos vasos foi mantida em 80% da capacidade de campo. Após 180 dias foram avaliados os parâmetros: altura da parte aérea, diâmetro do colo, biomassa acima do solo, biomassa radicular e biomassa total. A dose de 540 mg Kg⁻¹ de P, resultou no maior crescimento das plantas de *M. frondosus*.

Palavras-chave: fósforo, *Myrocarpus frondosus*, crescimento, nutrição.

ABSTRACT

This experiment was conducted with the objective to study the effects of different phosphorus doses in the Cabriúva seedlings growth (*Myrocarpus frondosus*). As substratum, yellow-reddish argis soil, collected on the superficial layer (0-20 cm) was used, as additional fertilizer were added 25 mg kg⁻¹ of N and 47,5 kg⁻¹ of K, the sources were CH₄N₂O and KCl. The experimental design used was completely randomized with 8 treatments and 6 repetitions, totalizing 48 plots, with one plant in each one. The treatments were constituted of: control (soil without addition of phosphorus), 90, 180, 270, 360, 450, 540 e 630 mg Kg⁻¹ of P (utilizing CaHPO₄ as salt). The recipients used were polypropylene vases with the capacity of 2,0 dm³. The humidity of the vases was kept in 80% of the field capacity. 180 days after, the following parameters were evaluated: height of the aerial part, stem diameter, biomass above ground, root biomass and total biomass. The dose of 540 mg kg⁻¹ of P, resulted in the best growth of *M. frondosus* seedlings.

Key words: phosphorus, *Myrocarpus frondosus*, growth, nutrition.

INTRODUÇÃO

Como a maioria dos solos disponíveis para reflorestamento no Brasil é de baixa fertilidade e particularmente em fósforo, e sendo comum ainda à produção de essências florestais em embalagens cujos substratos são compostos de solo ou subsolo, faz-se necessária à determinação da quantidade de fósforo a ser fornecida para o melhor desenvolvimento das plantas.

Da família das Leguminosas (Leguminosae: Papilionoideae), a espécie *Myrocarpus frondosus* (Cabriúva) é árvore alta, emergente, decidual de 25 a 35 metros de altura e um diâmetro de 60 a 90 cm na altura do peito, tronco geralmente reto e cilíndrico; fuste de 12-15m; ramificação dicotômica ascendente e abundante, cimosa, com ramos tortuosos e compridos, folhagem verde brilhante, não muito densa, floresce nos meses de setembro a outubro, fruto maduro nos meses de janeiro e fevereiro no Rio Grande do Sul, madeira pesada (0,85 a 0,95 g/cm³), dura e muito resistente em obras expostas, muito empregada em construção civil, obras externas como vigas para pontes, dormentes para a estrada de ferro, moirões, rodas, móveis, etc. Ampla dispersão pela floresta latifoliada (Floresta Estacional Decidual) da Bacia do Alto Uruguai, do Rio Jacuí e do Ibicuí, penetrando por vezes profundamente por entre as

¹ Acadêmicos do Curso de Graduação em Engenharia Florestal. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). E-mail: dceconi@mail.ufsm.br

² Engenheiros Florestais, mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, CCR-UFSM.

³ Engenheiro Florestal., Dr. nat. techn., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Bolsista do CNPq.

⁴ Engenheira Florestal.

submatas dos pinhais do planalto, até altitudes compreendidas entre 600-800 m, onde contudo, sempre é bastante rara. A produção de mudas é muito fácil, pois as sementes macias germinam muito bem. Em contrapartida o plantio no campo é bastante delicado uma vez que são muito sensíveis a pega. Para obter melhor sucesso o transplante deve ser feito no inverno (Reitz *et al.*, 1988).

Conforme Lorenzi (1992), a *M. frondosus* é planta decídua, heliófita, e seletiva higrófila, dispersa nas principais formações florestais, exceto no cerrado. Na região sudeste é mais frequente na floresta pluvial da encosta atlântica e na região sul da floresta latifoliada da bacia do Paraná. Na floresta primária aparece como espécie emergente no dossel superior, entretanto não apresenta regeneração nesse ambiente. Regenera-se naturalmente em áreas abertas, podendo-se observar sua presença em capoeiras e matas secundárias.

O presente experimento teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de *Myrcarpus frondosus*.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Raij (1991), o fósforo é dos macronutrientes, aquele exigido em menor quantidade pelas plantas. Não obstante trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil. Explica-se esta situação pela carência generalizada de fósforo nos solos brasileiros e, também porque o elemento tem forte interação com o solo, sofrendo forte fixação.

Para Malavolta (1989), as plantas não conseguem aproveitar mais que 10% do fósforo total aplicado, pois nos solos tropicais ácidos, ricos em ferro e alumínio, ocorre a adsorção deste elemento. O fósforo na planta estimula o crescimento das raízes, garantindo uma arrancada vigorosa.

Embora os trabalhos envolvendo respostas ao fornecimento de P pelas espécies empregadas em florestamentos e reflorestamentos para fins ambientais sejam escassos, têm sido observadas respostas à adubação fosfatada em solos deficientes do nutriente. A adubação de plantio com NPK como forma de garantir o estabelecimento inicial das mudas no campo é, dessa forma, recomendável, (Siqueira *et al.*, 1995).

Conforme Gonçalves (1995), as características e quantidade de adubos a aplicar dependerão das necessidades nutricionais da espécie utilizada, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e, de fatores de ordem econômica.

De acordo com Mello *et al.* (1983), o conteúdo de P total nos solos minerais é variável. Expresso em P_2O_5 , raramente excede a 0,5% variando, geralmente, entre 0,12% a 0,15%. O P disponível se origina da solubilização de minerais fosfatados, da mineralização da matéria orgânica e da adição de fertilizantes.

De acordo com Gonçalves *et al.*, (2000), os solos das regiões Tropicais e Subtropicais, possuem pequenas reservas de nutrientes na forma de minerais primários, com baixa capacidade de troca de cátions, alta capacidade de fixação de P, elevado grau de agregação, e conseqüentemente, a permeabilidade e o potencial de lixiviação de bases dos solos são muito elevados.

Segundo Malavolta (1985), o fósforo possui um papel fundamental na vida das plantas, por participar dos chamados compostos ricos de energia, como o trifosfato de adenosina (ATP), sendo absorvido pelas raízes como $H_2PO_4^-$, encontrando-se no xilema em maior proporção nessa forma.

Á medida que uma raiz cresce num solo ela absorve os nutrientes que inicialmente se encontram no trajeto de seu crescimento. Com o tempo, há um decréscimo da concentração dos nutrientes junto à superfície das raízes, à medida que eles são absorvidos, criando-se um gradiente de concentração entre a região mais próxima e aquela mais distante da raiz. O transporte do novo suprimento de nutrientes até a superfície de absorção é feito pela água, que é considerada o veículo do processo (Novais *et al.*, 1990).

De acordo com Novais & Smyth (1999), retira-se do solo tropical muito mais P, dada a maior produtividade de biomassa por unidade de tempo, em termos relativos ao disponível, que do solo fonte-P de clima temperado.

Segundo Melo *et al.* (1995), com o objetivo de estudar a dinâmica dos nutrientes no sistema solo-planta, em plantios de *Eucalyptus grandis*, no Rio Grande do Sul, verificaram que os teores de P foram baixos em todos os perfis de solo estudados, sendo este o nutriente mais limitante para a produção atual e futura.

Conforme Barros *et al.* (1990), sob o ponto de vista conceitual do suprimento de fósforo para a planta, três frações de fosfato têm sido consideradas: a) fosfato na solução do solo; b) fosfato da fração lábil (fosfato retido no solo, mas em equilíbrio com o da solução) e c) fosfato da fração não-lábil (fosfato retido no solo mas, sem equilíbrio a curto prazo, com o da solução).

De acordo Raij (1991), à baixa solubilidade dos compostos de fósforo formados no solo e à forte tendência de adsorção pelo solo, a maior parte do elemento passa a fase sólida, onde fica em parte como fosfato lábil, passando gradativamente a fosfato não-lábil. O fosfato lábil pode redissolver-se, caso haja abaixamento do teor em solução, para manutenção do equilíbrio.

Devido a baixa mobilidade do fósforo no solo, o estudo do efeito de sua localização em relação à planta tem grande significado prático, principalmente em solos de extrema deficiência em fósforo, como é o caso daqueles utilizados em reflorestamento de eucaliptos, no país. Assim a aplicação desse nutriente localizadamente fará com que partes do sistema radicular possam estar em contato com áreas de alta concentração desse nutriente, enquanto que outras estarão em área de muito baixa concentração (Novais *et al.*, 1990).

Segundo Moreira *et al.* (1991), estudando o efeito do tempo de contato do fósforo com amostras de três solos sob cerrado (Latosolos Vermelho-Amarelos) sobre sua disponibilidade para mudas de *Eucalyptus grandis*, concluíram

que a disponibilidade de P para o crescimento das mudas diminuiu com o aumento do tempo de contato do fertilizante fosfatado com o solo, particularmente naqueles cujas características indicam maior capacidade tampão de fosfatos.

Um estudo desenvolvido por Neves *et al.* apud Novais *et al.* (1990), sobre a localização da fonte de fósforo no solo no comportamento das raízes e crescimento da parte aérea de mudas de *Eucalyptus grandis*, observaram uma íntima relação entre o local de aplicação do fósforo e o crescimento das raízes, havendo uma intensa proliferação de raízes finas e longas nos locais onde havia fósforo externo em maiores concentrações.

Assim, os mesmos autores levantam as seguintes indagações: um solo com fósforo disponível praticamente ausente, como no cerrado, pode permitir crescimento ótimo da planta com o fertilizante fosfatado localizado apenas no sulco de plantio? Como ficaria a absorção de fósforo com o crescimento do sistema radicular fora do sulco ou da cova de plantio? Se houver estímulo ao crescimento radicular de maneira mais restrita ao local onde o fósforo for aplicado, como parece acontecer, como ficaria a absorção de água, estabilidade da árvore ao vento, etc.?

Diante destas dificuldades, Barros *et al.* (1990), ressaltam que uma estratégia segura a ser adotada em solos de baixa fertilidade, seria a aplicação dos nutrientes menos móveis, particularmente o fósforo, em um volume maior de solo, para garantir um maior suprimento às plantas por um período mais longo.

De acordo com Neves *et al.* (1990), para que se faça uma adequada interpretação de uma dada análise química de solo é importante, em termos de fósforo, considerar outros aspectos como a textura, o extrator usado, o fato de que o nível crítico deste nutriente no solo diminui com a idade das plantas de eucalipto, etc.

Gonçalves (1995), recomenda que 20 a 40% das doses de N e K₂O e, 100% da dose de P₂O₅, sejam aplicadas por ocasião do plantio, para espécies de *Pinus sp.* Alternativamente, para evitar que o P seja imobilizado no solo, em maiores quantidades, principalmente nos solos mais argilosos, é interessante parcelar, também, as aplicações de P₂O₅. Já para a adubação de cobertura, este mesmo autor recomenda que, cerca de 60 a 80% das doses de N e K₂O e opcionalmente, P₂O₅, devem ser aplicadas.

De acordo com Schultz (1997), no Sudeste dos Estados Unidos, na Planície Litorânea, em florestas de *Pinus taeda*, o P é geralmente o nutriente mais limitante e facilmente lixiviado para fora do sítio. Uma simples aplicação de 40 a 80 Kg de P ha⁻¹ é geralmente adequada entre as rotações.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizado no Centro Tecnológico de Silvicultura, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria-RS.

Os valores da temperatura e umidade relativa do ar foram medidos com um termohigrógrafo instalado no interior da casa de vegetação, no período de desenvolvimento do experimento. A temperatura média foi de 21°C com amplitude de aproximadamente 10°C e a umidade relativa do ar média foi de 70% com amplitude de aproximadamente 30%.

O substrato utilizado foi solo do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo coletado na camada superficial (0-20 cm), o qual foi destorroado, homogeneizado, seco ao ar, passado em peneira de 2 mm e posteriormente analisado quimicamente no Laboratório Central de Análises de solo da UFSM (Quadro 1).

QUADRO 1: Análise química do solo utilizado como substrato

M. O.	Argila	pH	P*	K*	Ca	Mg	Al	V	m
(%)	(%)	(H ₂ O)	(mg L ⁻¹)		(cmol _c L ⁻¹)			(%)	(%)
2,3	24	3,9	3,2	32	1,5	0,6	3,6	15	5,5

*Extrator Mehlich I.

Como adubação complementar foram adicionados 25 mg kg⁻¹ de N e 47,5 mg kg⁻¹ de K., as fontes utilizadas foram CH₄N₂O e KCl respectivamente.

As sementes de *Myrocarpus frondosus* foram fornecidas pela FEPAGRO – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária/Centro de Pesquisa de Florestas e Conservação do Solo.

Foram usados vasos de polipropileno, com capacidade de 2,0 dm³, os quais foram vedados, evitando-se a perda de água e nutrientes.

A semeadura foi realizada com cinco sementes colocadas diretamente na parte central de cada vaso. Decorridos 20 dias da germinação, foi realizado um raleio das plantas, permanecendo a de melhor vigor, no centro de cada vaso.

Para a determinação da quantidade de água a ser aplicada em cada vaso, foi determinada a capacidade de campo do solo segundo o método descrito pela Embrapa (1997). A água utilizada no estudo foi obtida por meio de destiladores, sendo a reposição da água feita mediante a pesagem dos vasos. Os vasos foram alternados semanalmente, evitando influências do meio.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 8 tratamentos e 6 repetições, totalizando 48 parcelas de uma planta cada. Os tratamentos foram quantitativos e equidistantes, constituídos por: T1-testemunha (solo sem adição de P), T2- 90 mg kg⁻¹, T3-180 mg kg⁻¹, T4-270 mg kg⁻¹, T5-360 mg kg⁻¹, T6-450 mg kg⁻¹,

T7-540 mg kg⁻¹ e T8-630 mg kg⁻¹ de P, respectivamente, utilizando CaHPO₄ como sal. O fósforo foi misturado ao solo antes de se fazer a semeadura.

Decorridos 180 dias da semeadura, foram realizadas as medições e coletas dos dados do experimento. As variáveis avaliadas foram: a altura da parte aérea, diâmetro do colo, biomassa acima do solo, biomassa radicular e biomassa total.

Na determinação do peso de matéria seca, as raízes foram separadas da parte aérea. O material foi seco em estufa de circulação forçada, a 75°C, por 72 horas, acondicionadas em sacos de papel pardo. O peso da matéria seca total, foi obtido somando-se as duas partes.

Após a obtenção dos dados, realizou-se análise de variância, verificando até o 3º grau, a melhor equação a ser ajustada para as variáveis utilizadas. Desta maneira determinou-se o melhor modelo, em que x é a dose de fósforo e y é a variável de interesse.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas Figuras 1 a 6, observa-se que as doses de fósforo influenciaram significativamente os parâmetros avaliados.

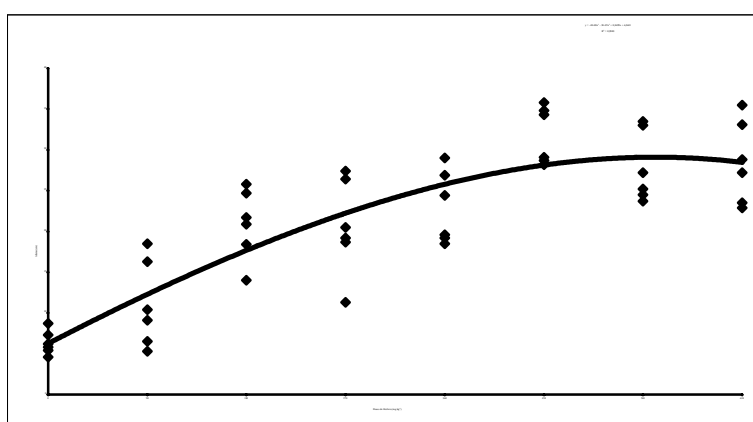


FIGURA 1 - Gráfico da variável altura medida para a cabriúva em função das doses de fósforo.

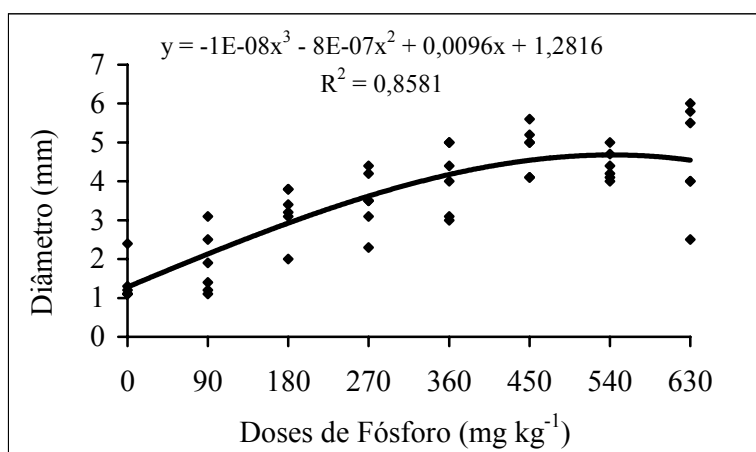


FIGURA 2 - Gráfico da variável diâmetro do colo medida em função das doses de fósforo.

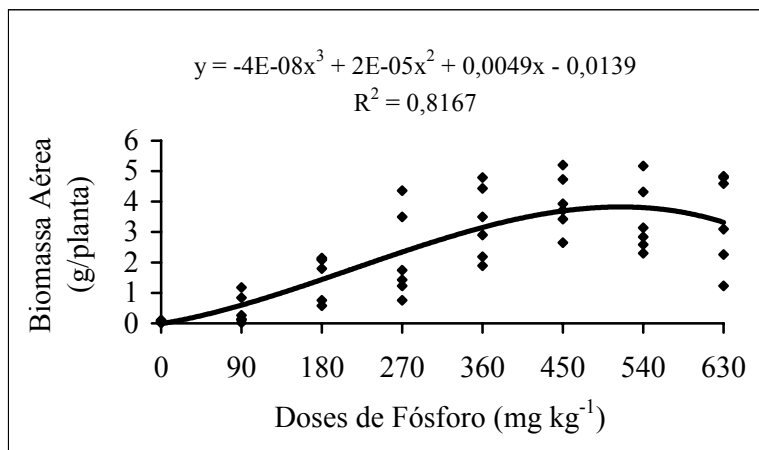


FIGURA 3 - Gráfico da biomassa aérea obtida em função das doses de fósforo.

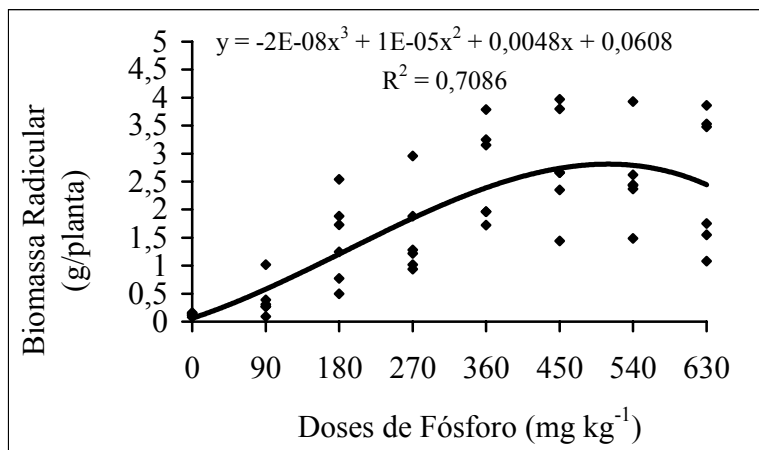


FIGURA 4 - Gráfico da biomassa radicular obtida em função das doses de fósforo.

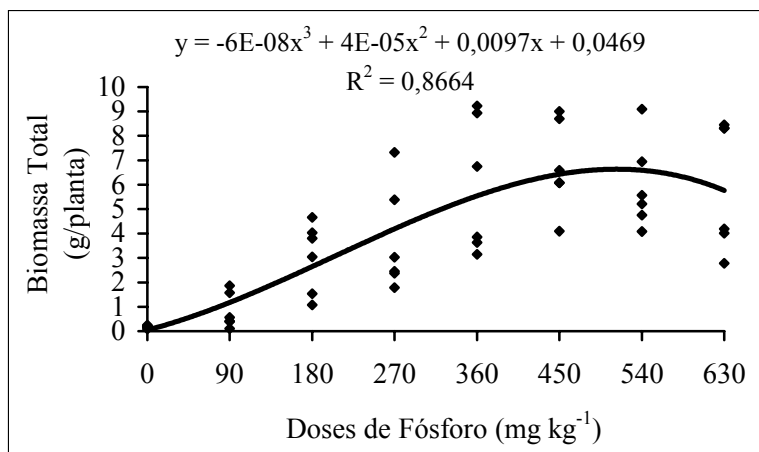


FIGURA 5 - Gráfico da biomassa total obtida em função das doses de fósforo.

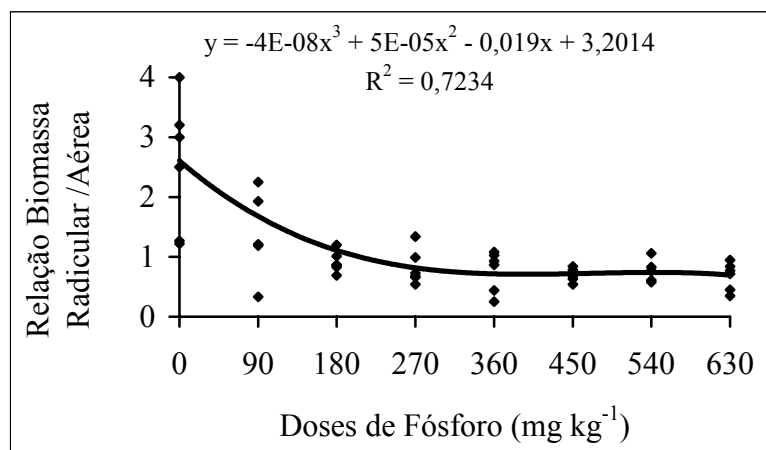


FIGURA 6 - Gráfico da relação biomassa aérea/radicular obtida em função das doses de fósforo.

Verifica-se nas Figuras acima, que para a variável altura da parte aérea a dose de 630 mg Kg⁻¹ de P apresentou melhores resultados não diferindo muito da dose de 540 mg Kg⁻¹ de P, mas pode-se observar que a curva tende a diminuir após esta dosagem de fósforo aplicada, para as variáveis diâmetro, biomassa aérea e biomassa total, a dose de 540 mg Kg⁻¹ de P, foi a que apresentou melhores resultados. Para a produção de biomassa radicular a dose de 450 mg Kg⁻¹ de P foi a melhor e essa mesma dose foi a que apresentou uma melhor relação biomassa radicular/aérea.

Conforme Daniel *et al.* (1997), em um estudo de aplicação de fósforo, em plantas de *Acacia mangium* Willd, com doses de 200 g m⁻³ de P₂O₅, 400 g m⁻³ de P₂O₅, 600 g m⁻³ de P₂O₅ e 800 g m⁻³ de P₂O₅ (superfósforo simples), estes verificaram que a partir da dose de 400 g m⁻³ de P₂O₅ ocorreu um certo equilíbrio entre a rápida aceleração inicial do crescimento e o seu decréscimo. A razão entre a matéria seca de raízes e a matéria seca da parte aérea, se estabilizou em aproximadamente 0,5, atingindo um ponto ótimo estimado de 0,45 com a dose de 639 g m⁻³ de P₂O₅, havendo uma grande e estável alocação de matéria seca para a parte aérea das mudas, o que é normal na maioria das plantas com suprimento adequado de nutrientes.

Vogel *et al.* (2001), utilizando diferentes doses de fósforo no desenvolvimento de plantas de *Mimosa scabrella* (Bracatinga), constataram que 360 mg Kg⁻¹ de P resultou no maior crescimento das mesmas.

Ceconi *et al.* (2003) e Schumacher *et al.* (2004), estudando a produção de mudas de Angico-vermelho e Cedro respectivamente, observaram que a melhor dose de fósforo foi a de 450 mg Kg⁻¹.

As doses de fósforo utilizadas neste estudo mostraram que os parâmetros avaliados não estabeleceram sua eficiência máxima em uma única dose de fósforo. Mas a maioria das variáveis teve um melhor desenvolvimento com a dose de 540 mg Kg⁻¹ de P.

CONCLUSÕES

Face aos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que houve influência positiva da utilização do fósforo no crescimento das mudas de *Myrocarpus frondosus*.

Em solos com teores baixos de P, é necessário usar adubos fosfatados, para obter-se ganhos de produtividade. As características e quantidades de adubos fosfatados aplicados no solo dependerão das necessidades da espécie, características do solo, disponibilidade no solo, forma de reação com o solo, eficiência dos adubos e, de fatores de ordem econômica.

Houve influência positiva da utilização de fósforo, no experimento em questão, até determinada dose, depois passou a ser negativa.

Verificou-se que o melhor crescimento das mudas de Cabriúva (*Myrocarpus frondosus*) ocorreu com a dose de 540 mg Kg⁻¹ de fósforo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CECONI, D. E., SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de Cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). In: 9º Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, Nova Prata-RS. **Anais** CD Room, 2003.

DANIEL, O., VITORINO, A. C. T., ALOVISI, A. A., MAZZOCHIN, L., TOKURA, A. M., PINHEIRO, E. R., SOUZA, E. F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista árvore**, v. 21, n. 2, p.163-168, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro-RJ: **Manual e métodos de análise de solo**, 1997. 212 p.

- GONÇALVES, J. L. M. **Características do sistema radicular de *Eucalyptus grandis* sob diferentes condições edáficas (I Distribuição de raízes nas camadas de solo)**. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO. Viçosa (MG); p. 876 – 878, 1995.
- GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. BENEDETTI, V.A.G. *et al.* Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L. & BENEDETTI, V. (eds.). **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 3-57.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum: Nova Odessa, SP, 1992.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral. In: FERRI, M. G. (ed.). **Fisiologia Vegetal 1**. São Paulo: EPU, 1985, p.97-116.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1989. 292 p.
- MELLO, F. A. F., SOBRINHO, M. O. C. B., ARZOLLA, S., SILVEIRA, R. I., NETTO, A. C., KIEHL, J. C. **Fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel, 1983. 400 p.
- MELO, V.F.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. *et al.* **Balanco nutricional, eficiência de utilização e avaliação da fertilidade do solo em P, K, Ca e Mg em plantios de eucalipto no Rio Grande do Sul**. IPEF, Piracicaba (48/49): 8-127, 1995.
- MOREIRA, J.F.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; *et al.* **Efeito do tempo de contato do fósforo com o solo sobre sua disponibilidade para mudas de eucalipto**. R. Bras. Ci. Solo, Campinas,15: p. 303-308, 1991.
- NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M. & NOVAIS, R.F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F. (eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. 330 p.
- NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. & NEVES, J.C.L. Nutrição Mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F. (eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. 330 p.
- NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. Fósforo na planta. In: NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, DPS, 1999. p.255-270
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo; Piracicaba: Ed. Ceres, 1991. 343 p.
- REITZ, R., KLEIN, R. M., REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Herbário Barbosa Rodrigues-H.B.R.; Superintendência do desenvolvimento da Região Sul-SUDESUL; Secretaria da Agricultura e Abastecimento-DRNR, 1988. 525p.
- SIQUEIRA, J. O., CURTI, N., VALE, F. R., FERREIRA, M. M., MOREIRA, F. M. S. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 28 p.
- SCHULTZ, R. P. **The ecology and culture of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.)**. New Orleans, Louisiana: Agricultural Handbook 713. U. S. department of Agriculture, Forest Service Washington, D. C., 1997, p. 20-28.
- SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan). **Revista árvore**, v. 28, n. 1, p.149-155, 2004.
- VOGEL, H. L. M., SCHUMACHER, M. V., CECONI, D. E., BARICHELLO, L. B., FIGUEREDO, O. A. T., D'ÁVILA, M. **Efeito de diferentes doses de fósforo no crescimento de plantas de *Mimosa scabrella* Bentham (Bracatinga)**.In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 2001, Londrina. **Anais...** Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2001. P. 149.

USO DA CASCA DE *Pinus* EM DIFERENTES PORCENTAGENS COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* ST. HILL.)

USE OF THE PEEL OF *Pinus* IN DIFFERENT PORCENTAGENS AS SUBSTRATUM FOR PRODUCTION OF ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* ST. HILL.) SEEDLINGS.

Delmar Santin¹ Igor Poletto¹ Denise Ester Ceconi¹ Juarez Martins Hoppe² Mauro Valdir Schumacher³

RESUMO

Para avaliar o crescimento inicial de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) com diferentes porcentagens de casca de *Pinus*, realizou-se um experimento no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria-RS. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, constituído por 5 tratamentos e 10 repetições. Os tratamentos foram compostos pela seguinte mistura: T1- 100% solo (testemunha), T2- 90% solo + 10% casca de pinus, T3- 80% solo + 20% casca de pinus, T4- 70% solo + 30% casca de pinus, T5- 60% solo + 40% casca de pinus. Foram avaliados: altura, diâmetro do colo, biomassa aérea, biomassa radicular, biomassa total e relação biomassa aérea/radicular. Perante os resultados obtidos neste experimento, podemos concluir que para a maioria das variáveis avaliadas, os tratamentos T4 e T5 apresentaram melhores resultados na produção de mudas de erva-mate.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*, substrato, casca de *Pinus*, mudas, viveiro.

ABSTRACT

To evaluate the initial growth of erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) seedlings with different percentages of *Pinus* peel, the experiment took place in the Forest Nursery of the Department of Forest Sciences of Santa Maria Federal University - RS. The experiment was led in statistical randomized design entirely, constituted by 5 treatments and 10 repetitions. The treatments were composed by the following mixture: T1 - 100% soil (control), T2 - 90% soil + 10% pinus peel, T3 - 80% soil + 20% pinus peel, T4 - 70% soil + 30% pinus peel, T5 - 60% soil + 40% pinus peel. Were appraised the: height, the lap diameter, aerial biomass, root biomass, total biomass and relation biomass aerial/root. Before the results obtained in this experiment, we can end that for most of the appraised variables, the treatments T4 and T5 presented better results in the production erva-mate seedlings.

Key words: *Ilex paraguariensis*, substratum, *Pinus* peel, seedlings, nursery.

INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) é uma espécie de grande importância social, econômica e ambiental para a região Sul do Brasil (Mazuchowski & Rücker, 1993). Do ponto de vista social, a erva-mate exerce papel fundamental na economia de pequenas propriedades agrícolas, garantindo uma relativa estabilidade de renda.

Com o aumento dos plantios comerciais da erva-mate e suas mudanças nos sistemas de produção houve uma escassez nos conhecimentos principalmente referente à parte inicial da cadeia produtiva. A qualidade genética das sementes, a seleção de árvores matrizes, produção de mudas de qualidade são aspectos que vão interferir mais adiante em outros pontos da cadeia produtiva, principalmente na produção e rentabilidade dos ervais.

Sua principal utilização é na produção de bebidas (chimarrão, chá), mas apresenta grande potencial para outras aplicações industriais como corante, conservante alimentar, medicamentos, produtos de higiene e cosméticos (Maccari Junior, 2000).

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.), é uma espécie arbórea, típica das regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, sendo encontrada no Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai, ocupando 5% do território nacional e 3% da América do Sul. Ela desempenha importante papel sócio-econômico, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Segundo Lorenzi (2000), suas folhas preparadas segundo método apropriado fornece o “mate”, o mais popular dos chás consumidos no país e, exportado para todo o mundo. Por essa razão é muito cultivada no sul do país; entretanto, a maior parte da produção ainda provém da exploração de ervais nativos. A árvore é ornamental e pode ser empregada no paisagismo.

¹ Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal – CCR - UFSM. E-mail: delmar1@bol.com.br

² Prof. Dr. do DCFL. Email: hoppe@ccr.ufsm.br Endereço: Av. Roraima. Campus da UFSM. Santa Maria.

³ Eng. Florestal. Dr. nat. techn., Professor Adjunto do DCF, CCR - UFSM. Bolsista CNPq.

Sua árvore possui caule de cor acinzentada, geralmente com 20 a 25 cm de diâmetro, podendo atingir 50 cm. Conforme o sítio e a idade podem chegar aos 15 metros de altura, mas quando recebem poda não passam dos 7 metros. A parte que realmente interessa são as folhas, estas estão distribuídas de forma alternada, são sub-coriáceas até coriáceas, estreitas na base e ligeiramente obtusas no vértice. Suas bordas possuem pequenos dentes, visíveis da metade do limbo para a extremidade. Em áreas de matas nativas, onde há menor intensidade de luz, as folhas podem chegar a uma dimensão de 23 cm de comprimento com 8 a 10 cm de largura.

Em estado natural a erva-mate é umbrófila, de crescimento lento a moderado, típica de florestas maduras, cresce espontaneamente nas regiões constituídas por matas de araucárias, onde pode atingir densidade de centenas de indivíduos por hectare. A presença de araucárias (*Araucaria angustifolia*), imbuia (*Ocotea porosa*), cedro (*Cedrela fissilis*), pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*), canjarana (*Cabralea canjerana*), pinho bravo (*Podocarpus* sp.), alecrim (*Holocalyx balansae*), mirtáceas, lauráceas, leguminosas e outras espécies de árvores garantem um bom ambiente à formação de erva-mate.

A sua ocorrência nas matas subtropicais do sul do Brasil possibilita, igualmente, a dispersão pelo Paraguai e Argentina. Estas matas distribuem-se desde a parte oriental do sul do Brasil, até o Paraguai e região nordeste da Argentina, compreendendo as Províncias de Misiones e Corrientes, onde a presença de araucária não é constatada, a presença da erva-mate neste tipo de associação dá-se, principalmente, nos sub-bosques das matas do Rio Paraná e afluentes (Andrade, 1999).

O presente trabalho teve por objetivo estudar a utilização da casca de pinus como substrato para a produção de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) em casa de vegetação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Andrade (1999), produção de mudas de erva-mate é um processo demorado que segue uma sequência de atividades interligadas, como: obtenção das sementes, estratificação, semeadura, germinação, substrato e recipientes utilizados, repicagem das mudas, cuidados básicos após a repicagem, etc. As sementes devem ser submetidas a um tratamento de estratificação por cerca de 4 meses antes da semeadura para o amadurecimento do embrião e então possibilitar a germinação.

Segundo Carneiro (1995), o substrato usado para a produção de mudas deve fornecer condições para o enraizamento, suporte estrutural da parte aérea e fornecer os nutrientes necessários à nutrição da muda. A utilização da matéria orgânica como fonte principal de adubação, permite que as plantas cresçam mais resistentes e fortes, restaurando ainda o ciclo biológico natural do solo, fazendo com que se reduzam de maneira significativa as infestações de pragas, diminuindo conseqüentemente as perdas e as despesas com agrotóxicos (Longo, 1987).

Barnett (1983), pesquisou mudas de *Pinus* spp. produzidas em recipientes e verificou que as correlações da altura, diâmetro de colo e peso da parte aérea, indicaram que o desempenho no campo foi maior à medida em que as dimensões das mudas, por ocasião do plantio, também foram maiores.

Mcgilvray & Barnett (1981), relatam que a altura é o melhor parâmetro a ser avaliado em mudas para um bom desempenho a campo. Ressaltam, contudo, que a combinação da altura com outros parâmetros, deve ser levado em conta, e há limites no crescimento, acima e abaixo dos quais, o desempenho não é satisfatório, depois de plantadas a campo.

Carneiro (1995), relata enfaticamente que o diâmetro do colo constitui-se no principal parâmetro para definir a qualidade das mudas, e que, existe uma estreita relação com a sobrevivência a campo. Mudas com adequado teor nutricional constituem uma suposição do adequado desenvolvimento e de boa formação de sistema radicular, com melhor capacidade de adaptação ao novo local, após o plantio. A manipulação dos níveis de fertilização contribui também para a melhoria dos valores dos parâmetros morfológicos.

Shepherd & As-Ardavut (1984), citam em relação ao peso seco das mudas que a relação biomassa aérea/radicular que este quociente é comumente usado em estudos ecológicos e fisiológicos, como padrão das medições de crescimento. Carneiro (1995), afirma que mudas com maior peso de sistema radicular, comparativamente a outras de mesma espécie e com menor peso, têm maiores chances de sobrevivência a campo.

Corrêa *et al.* (1993), obtiveram resultados, segundo os quais, a casca de pinus bioestabilizada, com granulometria inferior a 5mm e mistura com vermiculita, na proporção 4 : 1, constitui uma boa opção de substrato para produção de mudas de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido no Centro Tecnológico de Silvicultura do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria - RS.

As sementes colhidas no município de Anta Gorda - RS, foram lavadas e colocadas para estratificar por quatro meses. Em julho, realizou-se a semeadura, com uma mistura de areia e terra fina, a mais ou menos 0,5 cm de profundidade e sombreamento de 50%. Dois meses depois, quando as mudas estavam com aproximadamente 5 cm de altura foram repicadas para os recipientes utilizando-se vasos com capacidade de 3 dm³.

As mudas foram mantidas em ambiente de viveiro com 30% de luminosidade no primeiro mês e depois mantidas em casa de vegetação sempre com umidade constante. O experimento teve duração de 1 ano e foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado, com 5 tratamentos (Tabela 1) em 10 repetições cada.

TABELA 1: Constituição de cada tratamento aplicado para a produção de mudas de erva-mate.

Tratamentos	Composição
T1	100% solo (testemunha)
T2	90% solo + 10% casca de pinus
T3	80% solo + 20% casca de pinus
T4	70% solo + 30% casca de pinus
T5	60% solo + 40% casca de pinus

O solo utilizado foi do tipo Argissolo Vermelho-amarelo coletado na camada superficial (0-20 cm), o qual foi destorroado, seco ao ar, passado em peneira de 2 mm e posteriormente analisado quimicamente no Laboratório Central de Análises de solo da UFSM (Tabela 2).

TABELA 2: Dados da análise química do solo utilizado como substrato.

Elemento	Valor
M.O.	4,3 (%)
Argila	27,0 (%)
pH (H ₂ O)	4,6
P*	2,5 (mg L ⁻¹)
K*	34,0 (mg L ⁻¹)
Ca	2,1 (cmol _c L ⁻¹)
Mg	0,6 (cmol _c L ⁻¹)
Al	2,7 (cmol _c L ⁻¹)

*Extrator Mehlich I.

Ao final do experimento, as mudas foram avaliadas em altura, diâmetro do colo, biomassa aérea, biomassa radicular, biomassa total e relação biomassa aérea/radicular. Na determinação do peso de matéria seca, as raízes foram separadas da parte aérea. O material foi seco em estufa de circulação e renovação de ar, a 75°C, até atingir peso constante, acondicionadas em sacos de papel pardo.

Após a obtenção dos dados, realizou-se análise de variância, verificando até o 3º grau, a melhor equação a ser ajustada para as variáveis medidas. Desta maneira determinou-se o melhor modelo, em que x é a % de vermicomposto e y é a variável de interesse.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas Figuras que seguem, verificam-se os gráficos com os resultados das variáveis observadas e análise da variância com decomposição da soma de quadrados de tratamentos em regressões e seus respectivos valores de coeficiente de determinação. Nota-se que o grau da equação usada foi o de maior grau significativo.

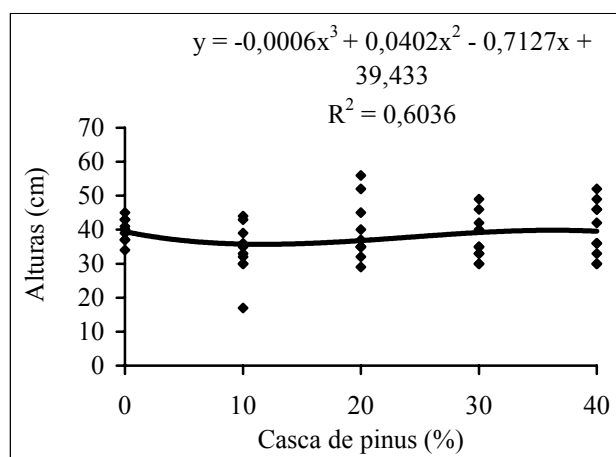


FIGURA 1 - Gráfico do crescimento em altura para erva-mate medida em função das porcentagens de casca de pinus.

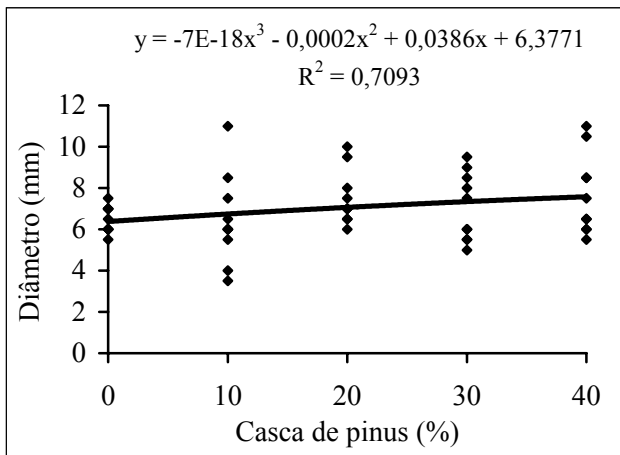


FIGURA 2 - Gráfico da variável diâmetro do colo medida em função das porcentagens de casca de pinus.

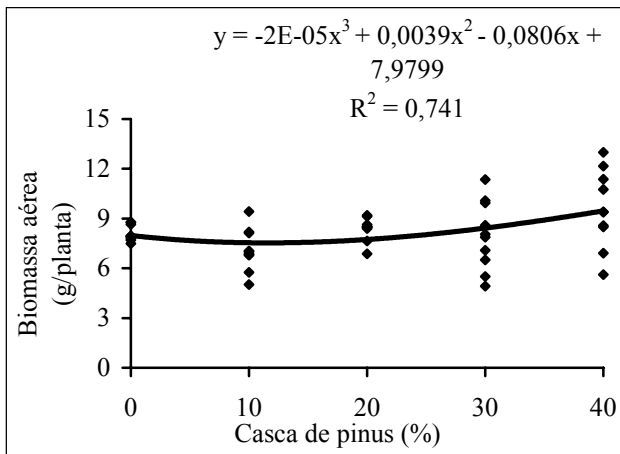


FIGURA 3 - Gráfico da biomassa aérea obtida em função das porcentagens de casca de pinus.

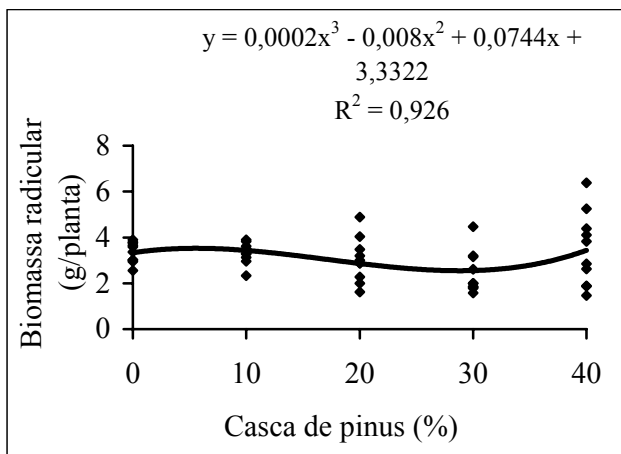


FIGURA 4 - Gráfico da biomassa radicular obtida em função das porcentagens de casca de pinus.

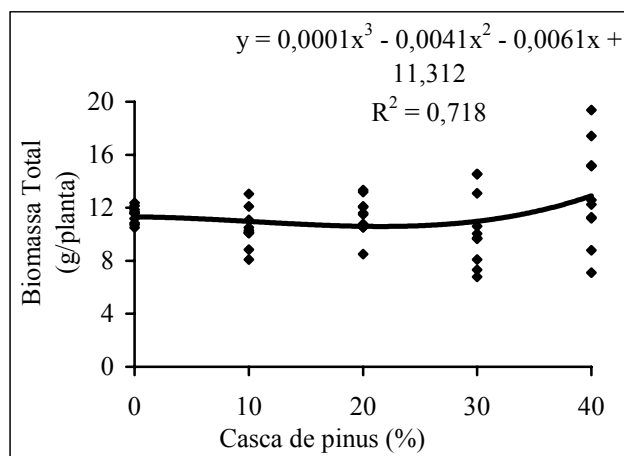


FIGURA 5 - Gráfico da biomassa total obtida em função das porcentagens de casca de pinus.

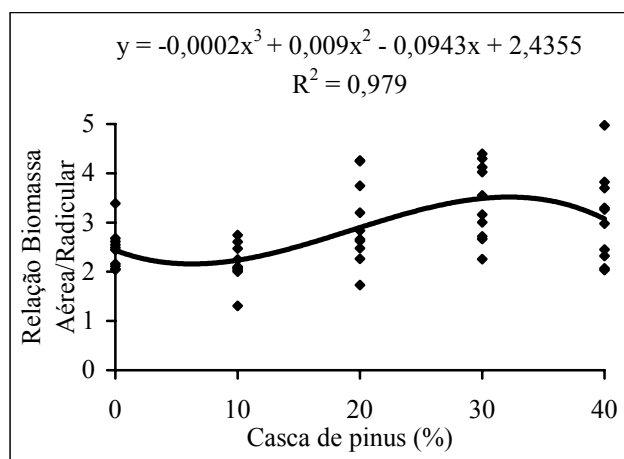


FIGURA 6 - Gráficos da relação biomassa aérea/radicular obtida em função das porcentagens casca de pinus.

Verifica-se nas Figuras acima, que os parâmetros altura, diâmetro do colo, biomassa aérea, biomassa radicular e biomassa total indicaram que as porcentagens de casca de pinus misturadas ao solo obtiveram melhores resultados na porcentagem entre 30% e 40%.

A relação biomassa aérea/radicular aumentou até a porcentagem 30% e diminuiu na 40%. Para Barnett (1983), salienta que as mudas devam ser produzidas com o objetivo de alcançar um balanço (relação biomassa aérea/radicular) entre 1,0 a 3,0, para que apresentem melhor desempenho no campo. Carneiro (1995), pesquisando mudas de *Pinus taeda*, mostrou valores compreendidos entre 2,12 e 2,87. Altos valores desse quociente indicam pequena quantidade de raízes em relação a parte aérea e conseqüentemente pequena superfície de absorção em relação a de transpiração, se tornando de vital importância para a resistência de mudas às condições de seca.

Os valores do quociente médio biomassa aérea/radicular permaneceram entre 1,8 e 2,7 nos tratamentos T1, T2 e T3. Para o tratamento T4 apresentou valor médio de 3,1 e 2,8 para o T5.

CONCLUSÕES

Perante os resultados obtidos neste experimento, podemos concluir que para a maioria das variáveis avaliadas, os tratamentos T4 e T5 apresentaram melhores resultados na produção de mudas de erva-mate.

Este experimento não analisou porcentagens de vermicomposto acima de 40% do volume total do substrato. Portanto, recomenda-se que novos experimentos devam ser realizados no intuito de analisar maiores porcentagens, a fim de se verificar se acima de 40% proporcionam efeitos positivos ou negativos no desenvolvimento de mudas de erva-mate.

Para a relação biomassa aérea/radicular os melhores resultados foram verificados no tratamento T2 – 10% de casca de pinus.

Como as variáveis analisadas não estabeleceram sua máxima eficiência em um único tratamento, recomenda-se escolher o recipiente em função da variável que se adote como padrão de qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, F. M.; Diagnóstico da cadeia produtiva da erva-mate (*Ilex paraguariensis*), Unicamp, 1999. Disponível em <www.unicamp.com.br>, obtido em 14 de janeiro de 2001.
- BARNETT, J. P. Relating seedling morphology and physiology of container grown southern pines to field success. Separata de: Convention of the society of american foresters (1983). **Proceedings**. New Orleans: USDA. For. Serv. Southern Forest Experiment Station. 1983. p. 405-409.
- CARNEIRO, J. G. de A.; **Produção e qualidade de mudas florestais** - Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UNEF, 1995. 451 p.: il.
- CORRÊA, J. J. L.; BARBOSA, L. C.; CARNEIRO, D. A. Utilização de substrato a base de casca de pinus no viveiro setorizado da Fazenda Monte Alegre. In: Congresso Florestal Panamericano; Congresso Florestal Brasileiro. **Anais**. Sociedade Brasileira de Silvicultura. São Paulo, 1993. p. 739.
- LONGO, A. D. **Minhoca, de fertilizadora do solo a fonte alimentar**. São Paulo: Editora Ícone, 1987, 79p.
- LORENZI, H.; **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, vol. 1, 3º ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000.
- MACCARI JUNIOR, A. (Coord.). **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**. Curitiba: Câmara Setorial de Cadeia Produtiva da Erva-mate, 2000. 160 p. (Série PDACT, 1).
- MCGILVRAY, J. M. BARNETT, J. P. Relating seedling morphology to field performance of containerized southern pines. Separata de: Southern containerized forest tree seed conference (1981.: Savannah). **Proceedings**. New Orleans: USDA, For. Serv. Forest Experiment Station, 1981. p. 39 – 46.
- MAZUCHOWSKY, J. Z.; RÜCHER, N. G. de A. **Diagnóstico e alternativas para a erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil)** Curitiba: Secretaria da Agricultura e Abastecimento-DERAL, 1993. 141p.
- SHEPHERD, K. R.; SA-ARDAVUT, Prasit. Allometric Relationships between Shoot and Root Development and between Leaf Dry Weight and Leaf Area in Provenances of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. **Aust. For. Res.**, Cambera, v. 14, p. 265-270, 1984.

ESTIMATIVAS DE ÁREA BASAL POR AMOSTRAGEM DE BITTERLICH EM TRÊS FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL DE ENCOSTA NO BRASIL CENTRAL

ESTIMATES OF BASAL AREA BY BITTERLICH SAMPLING IN THREE FRAGMENTS OF SEASONAL DECIDUOUS FORESTS ON SLOPES IN CENTRAL BRAZIL

André R. Terra Nascimento¹ Jeanine M. Felfili²

RESUMO

A Floresta Estacional Decidual de encosta está inserida no bioma cerrado e ocorre em áreas de afloramento de calcário e encostas com declividade acentuada. Este trabalho objetiva obter estimativas de área basal pelo uso do Relascópio de Bitterlich em três fragmentos de Floresta Estacional Decidual de encosta em terreno rochoso, situados na região nordeste do estado de Goiás, Brasil. Usando a amostragem aleatória com 25 pontos de Bitterlich em cada comunidade foram contados todos os indivíduos maiores que a banda 2, e estimada a área basal em cada ponto e para o hectare. Os valores de área basal variaram de 10 m².ha⁻¹ nos pontos com menor densidade até valores máximos de 28 e 30 m².ha⁻¹ nos pontos com maior densidade de indivíduos. O erro padrão da média estimada decresceu com o incremento dos pontos de Bitterlich, atingindo valores baixos, em torno de 1 m².ha⁻¹ a partir da amostragem de vinte pontos em cada comunidade.

Palavras-chave: Floresta estacional, estrutura, amostragem por pontos.

ABSTRACT

Seasonal Deciduous Forest occurs within the Cerrado biome on limestone outcrops and slopes. The objective of this work was to estimate basal area using Bitterlich relascope of three fragments of seasonal deciduous forests on slopes with rocky terrains in northeastern Goiás. A random sampling with 25 Bitterlich points was adopted for each varied from 16.72 to 18.56 m².ha⁻¹. Standard error values decreased with growing numbers of Bitterch points in the sampling reaching low values, under 1 m².ha⁻¹ from twenty sampled points in each area.

Key words: Seasonal forest, structure, point sampling.

INTRODUÇÃO

As Florestas Estacionais Deciduais ocorrem em áreas disjuntas dos Neotrópicos, e possuem uma maior deciduidade dos elementos arbóreos durante a estação seca de todas as florestas tropicais. Espécies com flores conspicuas e sementes dispersas pelo vento são freqüentes, em contraste com as florestas tropicais úmidas. A cobertura ao nível do solo é esparsa consistindo de poucas gramíneas, e espécies das famílias Bromeliaceae, Compositae, Malvaceae e Marantaceae (Pennington *et al.* 2000). No Brasil central estas ocorrem naturalmente fragmentadas ao longo da diagonal central aproximando como trampolins de biodiversidade as formações estacionais extensas da Caatinga e do Chaco (Felfili 2003).

No vale do Paranã, localizado na região nordeste de Goiás, as Florestas Estacionais Deciduais ocorrem sobre relevo plano (Scariot & Sevilha, 2000) e sobre áreas de afloramento de calcário, situadas sobre locais de declividade acentuada (Ribeiro & Walter, 1998; Felfili, 2003). Considerando o parco conhecimento sobre as variáveis estruturais nestes remanescentes florestais e a necessidade de utilização de métodos rápidos para estimativa destes parâmetros o uso da amostragem por pontos de Bitterlich pode ser utilizada com boa precisão para estimativas de área basal e volume por hectare em florestas naturais (Moscovich *et al.* 1999).

Estimativas de área basal, usando Relascopia, em Florestas Estacionais Deciduais no Vale do Paranã são escassas. Um dos poucos estudos na região foi efetuado por Nascimento *et al.* (2003) e mencionam valores de 23 a 29,5 m².ha⁻¹ e valores baixos para o erro padrão das estimativas (< 2,5 m².ha⁻¹) com uma intensidade de vinte pontos amostrais. Neste sentido Gentry (1995) descreve estimativas de área basal, usando neste caso, pequenas parcelas amostrais, variando de 13,1 até 47,5 m².ha⁻¹, estando a maior parte das estimativas entre 20 e 40 m².ha⁻¹, que representam sítios em estágios avançados de sucessão.

O princípio da Relascopia descreve basicamente a densidade de um povoamento, determinando a área basal por hectare através de leituras diretas nas parcelas de área variável. No processo de amostragem, o operador escolhe aleatoriamente um ponto na floresta, que representará o centro da parcela de área variável. A partir deste ponto, procederá a observação das árvores, com base nos princípios da probabilidade estatística (Imañes-Encina *et al.* 2002). As escalas do Relascópio consistem basicamente: escalas de numeração, escalas de distâncias e escalas de alturas. Efetuando-se uma mirada com o instrumento, observa-se um campo de visão circular dividido em duas partes por uma

¹ Engº Florestal, M.Sc. Doutorando em Ecologia- Universidade de Brasília, Instituto de Biologia, Brasília, DF. E-mail: arterra@unb.br

² Engª Florestal, Ph.D., Profª do Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. CEP 709191-970. E-mail: felfili@unb.br

linha horizontal denominada 'linha de mira'. Os fatores de numeração k 1 e 2 (escalas de numeração), usados para estimar a área basal, encontram-se gravadas no instrumento e são denominadas de bandas 1 e 2. Estas escalas são automaticamente reduzidas pelo cosseno do ângulo de inclinação e as distâncias horizontais são igualmente corrigidas para a projeção horizontal. Assim contando, por exemplo, 13 árvores com DAP superior a banda 2, a área basal no ponto de estação será igual a 26 m².ha⁻¹ (Bitterlich & Silva, 1976).

O presente estudo objetiva estimar a área basal por hectare usando o Relascópio de banda Larga de Bitterlich e comparar as estimativas em três fragmentos de Floresta Estacional Decidual de encosta, na região Nordeste do estado de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e Caracterização das áreas

O presente trabalho será desenvolvido em três remanescentes de Floresta Estacional Decidual de Encosta sobre afloramento de calcário, localizados nos municípios de Iaciara (Fazenda Sabonete), Guarani (Fazenda Forquilha) e Monte Alegre (Fazenda Cordeirinho) no Vale do Paranã, região Nordeste do Estado de Goiás, Brasil (Tabela 1). O Vale do Paranã, parte da Reserva de Biosfera do Cerrado Fase 2 é também considerado como um corredor ecológico prioritário para conservação do Cerrado e das Florestas Estacionais pelo IBAMA.

TABELA 1: Localização dos três remanescentes florestais na região nordeste de Goiás.

Localidade	Coordenadas	Fisionomia
Fazenda Sabonete	14° 03' 53,2" S e 46° 29' 15,2" W	decidual de encosta
Fazenda Forquilha	13° 48' 19,5" S e 46° 31' 48,7" W	decidual de encosta
Fazenda Cordeirinho	13° 08' 50" S e 46° 39' 34" W	decidual de encosta



(a)



(b)

FIGURA 1: Aspecto da floresta estacional decidual de encosta durante a estação seca mostrando a grande abertura do dossel (a) e a presença das rochas de calcário (b) com a cobertura de Bromeliaceae na superfície dos afloramentos. Região Nordeste de Goiás, Brasil.

Os fragmentos de Floresta Estacional Decidual de Encosta ocorrem sobre afloramento de calcário. Nestes locais são encontradas espécies madeiráveis importantes como *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. (aroeira), *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna), *Astronium fraxinifolium* Schott. (gonçalo-alves), *Tabebuia impetiginosa* (Mart ex DC.) Standl. (ipê-roxo) dentre outras. Segundo Scariot & Sevilha (2000) nas últimas décadas estas florestas têm sofrido a extração seletiva de espécies madeiráveis e em grande parte tem sido convertidas em áreas de pastagem para o gado.

A hipsometria da região revela altitudes em torno de 200-500 m, e o relevo apresenta-se suave ondulado (3-8 %) de declividade nas áreas mais planas, com trechos mais acidentados e relevo ondulado (13-20 %) de declividade nas áreas de encosta dos morros (Finatec, 2001). No entanto, existem trechos com elevada declividade (encostas e escarpas), que possuem relevo bastante acidentado com declividade acima de 20 %.

Estimativas de área basal e análise dos dados

Em cada comunidade foram sorteados aleatoriamente vinte e cinco pontos, e cada ponto foi marcado com uma estaca de ferro. Em cada ponto de amostragem foi feita uma visada de 360° com o Relascópio de banda larga, onde foram incluídos todos os indivíduos com DAP maiores que a Banda 2 e estimada a área basal por hectare em cada ponto e para toda a comunidade.

Cada fragmento foi dividido em linhas perpendiculares ao gradiente longitudinal, neste caso, da base em direção ao topo da encosta, conforme sugerido por Felfili (1993; 1995) para áreas florestais com pequena dimensão e submetidas a um forte gradiente ambiental. Os pontos foram sorteados dentro das linhas, somando um total de vinte e cinco pontos amostrados em cada fragmento.

O método da Relascopia consiste em contar as árvores, em um giro de 360°, cujos diâmetros à altura do peito (DAP) são iguais ou superiores a $(2 \text{ sen } \theta/2)$, onde (θ) é um ângulo fixo, cujo vértice é o ponto central da unidade amostral. A seleção das árvores é, portanto, efetuada com probabilidade proporcional à área basal, ou ao quadrado do diâmetro e à frequência (Pellico Neto & Brena, 1997).

A precisão das estimativas de área basal nos três fragmentos foi aferida pelo erro padrão e as medidas foram estimadas com uma probabilidade de 95 % de confiança. Para cada comunidade as estimativas foram representadas pelo diagrama de *Box and whisker plots* objetivando comparar o comportamento desta variável estrutural (amplitude, medianas e percentis) nos fragmentos.

A normalidade dos dados foi testada usando o teste de Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1996). Confirmada a distribuição normal da variável estrutural analisada, foi usado o teste *t* para a comparação entre as médias estimadas de área basal. Foram também calculados o desvio padrão, intervalo de confiança e erro padrão da média com uma probabilidade de confiança de 95 % (ver Felfili e Rezende, 2003)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores encontrados para as estimativas de área basal encontram-se na Tabela 2. As estimativas variaram nos três locais de $10 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ nos pontos com menor área basal até valores máximos de 28 e $30 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ nos pontos com maior área basal por hectare. Os valores estimados para o Intervalo de confiança das estimativas estão entre $\pm 1,63$ e $\pm 2,03 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ para os três fragmentos estudados.

TABELA 2: Valores estimados de área basal, amplitude e desvios para os três fragmentos de floresta estacional decidual, região nordeste de Goiás, Brasil.

	G m^2/ha	Amplitude/desvio	Erro padrão (m^2/ha)
Fragmento 1 (Iaciara- GO)	16,72 ($\pm 1,63^*$)	10-26 ($\pm 4,16$)	0,832
Fragmento 2 (Guarani- GO)	18,56 ($\pm 2,02$)	10-28 ($\pm 5,15$)	1,030
Fragmento 3 (Monte Alegre- GO)	18,24 ($\pm 2,03$)	10-30 ($\pm 5,17$)	1,034

* Intervalo de confiança para área basal com valor de alfa de 0,05.

As estimativas não apresentaram diferenças estatísticas significativas comparando os três fragmentos (teste *t*; $p < 0,05$) para uma mesma intensidade amostral. Analisando a Figura 2 observa-se um comportamento similar com relação à variação e a amplitude dos dados, com uma maior similaridade na simetria das medianas para os fragmentos 1 e 3 (Iaciara e Monte Alegre).

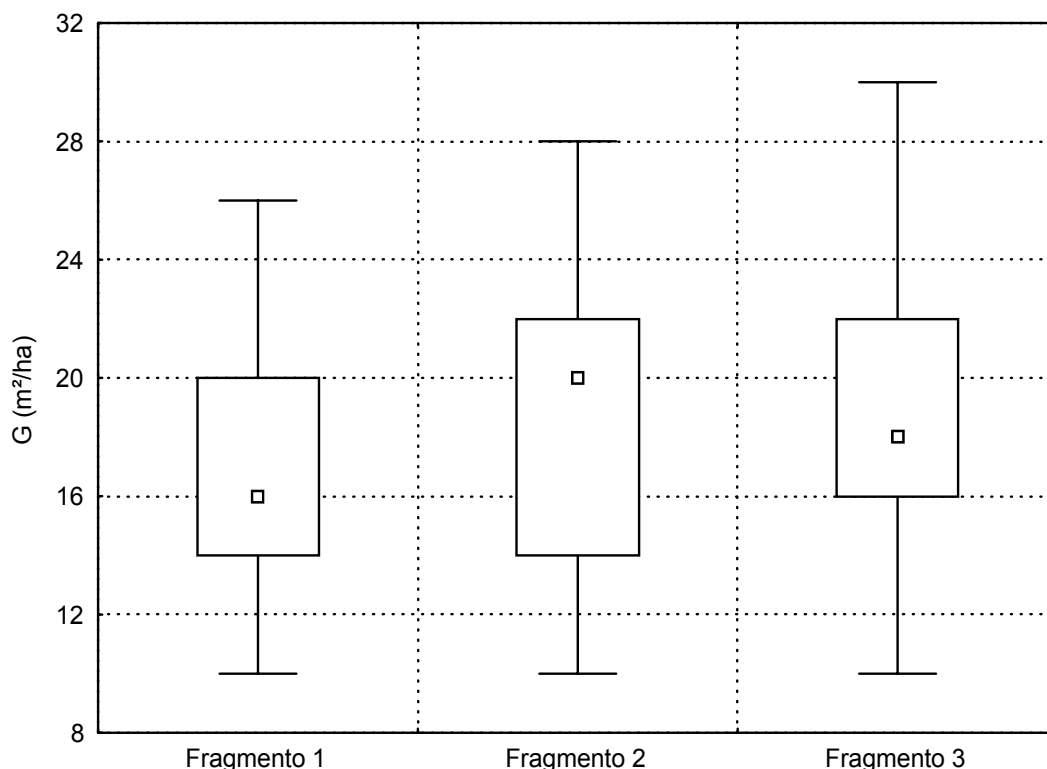


FIGURA 2: Estimativas de área basal por hectare em três Fragmentos de Floresta Estacional Decidual de encosta, região Nordeste de Goiás, Brasil. Fragmento 1 (Iaciara- GO), Fragmento 2 (Guarani- GO) e Fragmento 3 (Monte Alegre- GO) (N = 25 pontos por fragmento).

A área basal em um povoamento ou comunidade vegetal é uma das mais importantes variáveis estruturais e está relacionada com a densidade e a dinâmica da vegetação (Loestch *et al.*, 1973). A estimativa deste parâmetro usando unidades de área variável, com precisão normalmente utilizada em inventário de florestas naturais heterogêneas, pode ser obtida com êxito usando o método de pontos de Bitterlich.

O comportamento do erro padrão das estimativas das médias para os três fragmentos apresentou uma redução com o aumento dos pontos de Bitterlich (Figura 3). Os valores extremos, para as estimativas do erro padrão da área basal, atingidos com mais de vinte pontos amostrais, estão abaixo de $1 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ em todas as áreas e concordam com a precisão das estimativas deste parâmetro em fragmentos de floresta estacional decidual encontrados por Nascimento *et al.* (2003) no vale do Paranã, região nordeste de Goiás ($23\text{-}29,5 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ e valores similares para o erro padrão). Para as estimativas do erro padrão ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) para a amostragem da área basal os valores podem ser considerados baixos, e variaram de $0,832 \text{ m}^2/\text{ha}$ até $1,34 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ nas três comunidades.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados do presente trabalho e para as condições da floresta estacional decidual de encosta pode-se concluir que:

Os três fragmentos florestais não apresentam diferenças estatísticas significativas nas estimativas de área basal por hectare, com valores médios que variaram de $16,72$ até $18,56 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ nas comunidades.

O comportamento das estimativas do erro padrão da amostragem da área basal foram baixas, com valores menores que $2 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ para os três fragmentos. O uso do relascópio na amostragem deste parâmetro estrutural gera boas estimativas com valores situados entre $0,63$ e $2,03 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ para o intervalo de confiança das médias estimadas por hectare.

AGRADECIMENTOS

A CAPES/CNPq pela concessão de bolsa de Doutorado a A.R.T.N. Aos funcionários Edson Cardoso e Newton Rodrigues pelo auxílio na coleta de dados. Ao CMBBC/DFID pelo apoio ao projeto. Ao pesquisador José Alves da Silva do CENARGEN-EMBRAPA pelas informações sobre Relascopia.

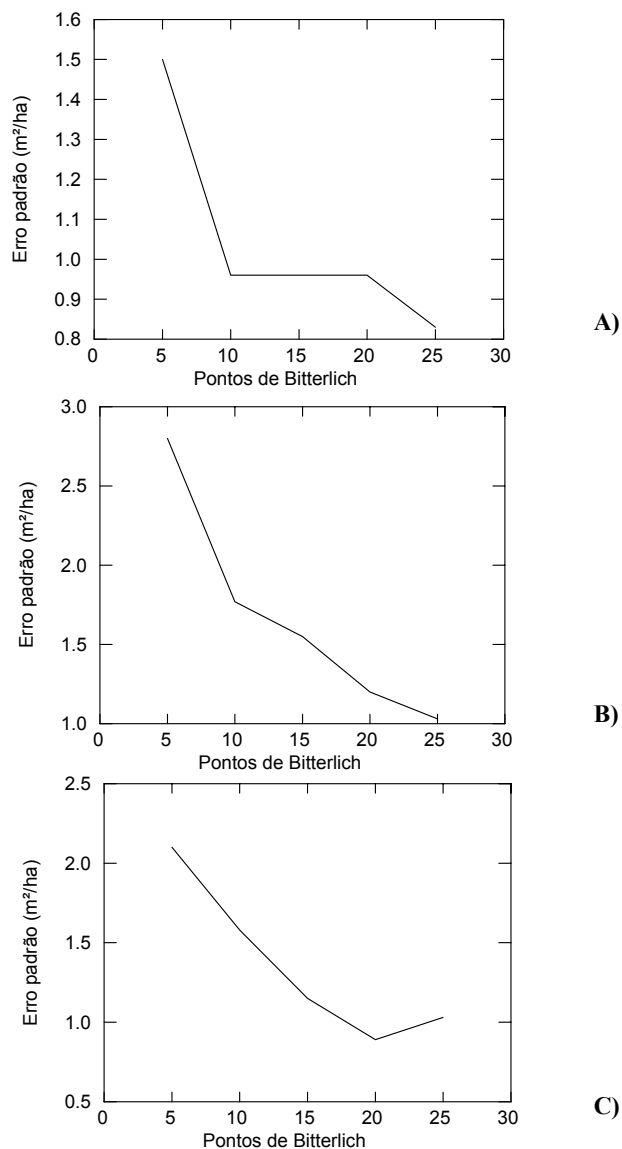


FIGURA 3: Estimativa do erro padrão da área basal com o incremento do número de pontos de Bitterlich nos três fragmentos de floresta estacional decidual, região nordeste de Goiás, Brasil. Legenda: fragmentos em Iaciara (A), Guarani (B) e Monte Alegre (C).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BITTERLICH, W.; SILVA, J. A. **O Relascópio escala métrica e escala larga**. Salzburg: Áustria. 23 p. 1976.
- FELFILI, J. M. **Structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil**. 1993. 180p. thesis (Ph.D.)- University of oxford, Oxford, UK.
- FELFILI, J.M. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in Central Brazil. **Vegetatio** **147**: 1-15. 1995.
- FELFILI, J. M. Fragmentos de florestas estacionais do Brasil Central: diagnóstico e proposta de corredores ecológicos. In: Costa, R. B. (org.) **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCDB. p. 139-160. 2003.
- FELFILI, J. M.; REZENDE, R.P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília; Universidade de Brasília, departamento de Engenharia Florestal. 68 p. 2003. (Comunicações técnicas florestais, v.5, n.1)
- FINATEC, **Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Paranã**. Mapas de vegetação, solos e geologia. Finatec/Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília. 2001.

3º Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal

- GENTRY, A. H.. Diversity and composition of neotropical dry forests. *In*: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. (eds.) **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University Press. p. 146-194. 1995
- IMANÃ-ENCINAS, J.; SILVA, G.F.; TICCHETTI, I. **Variáveis dendrométricas**. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal. 103 p. 2002.
- LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K. E. **Forest inventory**. 2 ed., Munique: BLV Verlagsgesellschaft. 469p. 1973.
- MOSCOVICH, F. A.; BRENA, D.A.; LONGHI, S. J. Comparação de diferentes métodos de amostragem, de área fixa e variável, em uma floresta de *Araucaria angustifolia*. **Ciência Florestal 9 (1)**: 173-191. 1999.
- NASCIMENTO, A.R.T.; SCARIOT, A.O.; SILVA, J.A.; SEVILHA, A.C. Estimativas de área basal e uso de relascópio de Bitterlich em amostragem de Floresta Estacional Decidual. **Ciência Florestal** (no prelo). 2003.
- PELLICO NETO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba: editado pelos autores. 316 p. 1997.
- PENNINGTON, R. T.; PRADO, D. E.; PENDRY, C. A. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. **Journal of Biogeography 27**: 261-273. 2000.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In*: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (eds.) **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA - CPAC, p. 89-166. 1998.
- SCARIOT, A.; SEVILHA, A. C. Diversidade, estrutura e manejo de florestas decíduais e as estratégias para conservação. *In*: CAVALCANTI, T.B.; WALTER, B.M.T. (eds.) **Tópicos atuais em botânica**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília. p. 183-188. (Palestras convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica). 2000.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4th edition. Prentice hall: New Jersey. 1999.

**PREDIÇÃO DA FORMA DO TRONCO E VOLUME SEGMENTADO DE *Pinus elliottii*
UTILIZANDO O POLINÔMIO DE 5º GRAU, CONSIDERANDO DADOS
AGRUPADOS E NÃO AGRUPADOS EM CLASSES DE DIÂMETRO**

**PREDICTION OF THE TAPER AND SEGMENTED VOLUME OF DE *Pinus elliottii*
USING THE POLYNOMIAL OF 5th DEGREE, CONSIDERING DATA
CONTAINED AND NOT CONTAINED IN DIAMETER CLASS**

Fabiano de Oliveira Fortes¹ Luciano Weber Sheren² Luis Henrique da Silva Souza³

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo fazer a predição da forma do tronco e do volume de *Pinus elliottii*, utilizando o polinômio do 5º grau, considerando os dados agrupados e não agrupados em classes de diâmetro. Utilizou-se 83 árvores cubadas pelo método de Smalian, medindo-se o diâmetro nas posições 0,1m, 0,3m, 1,30m, e a partir daí de 1,0m em 1,0m, convertidas em posições relativas totalizando 1826 pares de dados. O povoamento de 22 anos encontra-se na Planície Gaúcha, entre os municípios de Palmares do Sul e Mostardas. Em cada árvore foi calculado o $V_{<8}$ = Volume com casca até diâmetro igual a 8,0 cm; V_{8-15} = Volume com casca entre 8,0cm e 15,0cm; V_{15-25} = Volume com casca entre 15,0cm e 25,0cm de diâmetro; $V_{>25}$ = Volume com casca com diâmetro maior que 25,0 cm; e V = Volume total com casca. As 83 árvores foram subdivididas em quatro classes de diâmetro (dap) menor que 25,0 cm, totalizando 22 indivíduos; dap maior ou igual a 25 e menor que 35,0, resultando em 42 indivíduos; dap maior ou igual a 35,0 cm e menor que 45,0 cm, agrupando 14 indivíduos; e, dap maior que 45,0 cm, com 5 indivíduos (dados agrupados em classe de dap), e fez-se também com os mesmos dados para o total (dados não agrupados). Verificou-se pelas estatísticas R^2_{ajus} , S_{yx} e distribuição dos resíduos, que houve semelhança entre os dados agrupados e não agrupados, e que neste caso, a separação em classes de diâmetros não se faz necessária, para o cálculo de volume.

Palavras-chave: forma de tronco, polinômio 5º grau, *Pinus elliottii*.

ABSTRACT

The present work had for objective to do the prediction in the taper and of the volume of *Pinus elliottii*, using the polynomial of the 5º degree, considering the contained data and not contained in diameter classes. Was used 83 trees cubed by the Smalian method, where they were conceived the positions 0,1m, 0,3m, 1,30m, and since then of 1,0 in 1,0m, turned into relative positions totaling 1826 equal of data. The 22 year-old settlement is in the Planície Gaúcha, between the municipal districts of Palmares do Sul and Mostardas. In each tree was calculated: $V_{<8}$ = Volume with bark even diameter same to 8,0 cm; V_{8-15} = Volume with bark between 8,0cm and 15,0cm of diameter; V_{15-25} = Volume with bark between 15,0cm and 25,0cm of diameter; $V_{>25}$ = Volume with bark even diameter to 25,0cm; V = total volume with bark. The 83 trees were subdivided in four classes diameter (BHD) smaller than 25,0 cm, totaling 22 individuals; larger bhd or same to 25 and smaller than 35,0, resulting in 42 individuals; larger bhd or same to 35,0 cm and smaller than 45,0 cm, containing 14 individuals; and, larger bhd than 45,0 cm, with 5 individuals (data contained in bhd class), and it was also done with the same data for the total (not given contained). It was verified by statistics R^2_{ajus} , S_{yx} and distribution of the residues, that there was likeness between the contained data and not contained, and in this case, the separation in diameters classes wasn't necessary the calculate of volume.

Key words: taper, polynomial 5º degree, *Pinus elliottii*.

INTRODUÇÃO

O gênero *Pinus* difundiu-se amplamente no Brasil na década de 60 principalmente com as espécies *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, introduzidas em 1948 pelo Serviço Florestal de São Paulo, em função dos incentivos fiscais para florestamento e reflorestamento e das normas de reposição florestal obrigatória.

Atualmente, o Brasil possui aproximadamente 4,6 milhões de hectares de florestas plantadas sendo 1,7 milhões representadas pelo gênero *Pinus*, que equivale a 37% da área de reflorestamentos existentes. O Rio grande do

¹ Engenheiro Florestal, Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).

² Engenheiro Florestal, Dr., em Engenharia Florestal, Porto Alegre (RS).

³ Engenheiro Florestal, Mestrando, Professor Substituto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).

Sul é o sexto Estado em área plantada de Pinus com 153.583 hectares representado cerca de 56% das florestas plantadas no Estado.

Neste sentido, a espécie *Pinus elliottii* assume extrema importância para o setor madeireiro devido, entre outros aspectos, ao seu rápido desenvolvimento e boa forma e qualidade da madeira. Sendo, por isso, manejada principalmente para a produção de madeira serrada e madeira livre de nós empregada na indústria de chapas, na indústria moveleira, construção civil e também, expressando considerável participação na produção de pasta de fibra longa para o processo de fabricação de celulose.

Porém, uma das grandes dificuldades do manejo e, em especial da avaliação econômica dos povoamentos florestais desta espécie.

Em virtude disso, o estudo da forma do tronco e volume tornam-se ferramentas importantes no planejamento estratégico e na avaliação econômica dos recursos florestais, permitindo quantificar a matéria-prima, classificando-a de acordo com as dimensões e qualidade da madeira.

Porém, devido ao fato da forma das árvores variar no tempo em função de diversos fatores, tem levado pesquisadores a testar métodos que melhor representem esta variação, tornando ainda mais precisas suas previsões.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo verificar a precisão do polinômio de 5º grau para o ajuste da forma do tronco e obtenção de estimativas do volume de madeira para a espécie *Pinus elliottii*, para árvores não agrupadas e agrupadas em classes de diâmetro (dap).

REVISÃO DE LITERATURA

Os fustes de árvores apresentam formas bastante variáveis, mudando de espécie para espécie e dentro da mesma espécie. A forma também varia ao longo da idade, densidade, posição sociológica e tamanho da copa (Gomes, 1957; Larson, 1963). Dentre os métodos existentes para expressar a forma dos fustes de árvores, os quocientes e fatores de forma se caracterizam pela simplicidade e facilidade de aplicação, sendo que este é influenciado pela espécie, sítio, espaçamento, desbaste, idade, e varia de acordo com a área seccional (g) calculada.

O afilamento é o decréscimo do diâmetro de um fuste da base para o topo, descrita por uma função matemática, que irá descrever a tendência dessa variação (Borges, 1981). As funções de afilamento, também denominadas de funções de forma ou funções do perfil do tronco, são modelos matemáticos que servem para ajustar a linha externa de um fuste de árvore (perfil do fuste) em toda sua extensão ou apenas para um seguimento. De acordo com Friedl (1989), as funções de forma ou de conicidade são funções matemático-estatísticas que definem e descrevem o perfil vertical do fuste de uma árvore ou amostra delas. Como quaisquer funções matemáticas ou estatísticas, podem ser definidas de três maneiras diferentes: por uma equação, por uma tabela e por uma curva (gráfico).

Dos modelos polinomiais, não segmentados, frequentemente utilizados no meio florestal, caracterizam-se por um ajuste de regressão que relaciona vários diâmetros tomados ao longo do tronco e respectivas alturas, com o DAP e altura total das árvores, destacando o polinômio do quinto grau (Ferreira, 1999). Embora amplamente usado para descrever a forma do fuste, os modelos polinomiais não explicam de maneira acurada as deformações existentes na base do tronco de determinadas espécies de árvores. Essa deficiência foi atribuída ao fato de haver mais irregularidade e sinuosidade nesta região do tronco do que nas porções superiores (Fischer, 1997; Assis, 1998).

Conforme Kirchener *et al* (1989), a utilização da técnica de regressão segmentadas, representando cada parte do tronco por uma função polinomial, surgiu dificuldade de se encontrar uma única função capaz de descrever todo o perfil do tronco, uma vez que cada parte do tronco assemelha-se a uma diferente forma geométrica.

MATERIAL E MÉTODOS

A área do referido estudo está localizada entre os municípios de Palmares do Sul (coordenadas 30° 30' de latitude sul e 50° 50' de longitude oeste) e Mostardas (coordenadas 31° 05' de latitude sul e 50° 55' de longitude oeste) na região denominada Planície Gaúcha.

A geologia e edafologia, dos municípios, foram classificadas por Lemos *et al.* (1973), como pertencentes a unidade de mapeamento Curumim, sendo os solos formados por areias quartzosas hidromórficas distróficas, profundos, mal a imperfeitamente drenados, derivados de sedimentos arenosos costeiros e fortemente ácidos.

A Planície Gaúcha segundo IBGE (1990) apresenta uma precipitação média anual de 1500mm, temperatura média anual de 18°C, com temperatura média do mês mais quente de 24°C, e 15°C no mês mais frio, sendo a ocorrência de geadas de uma vez por ano no litoral norte.

O povoamento de *Pinus elliottii* estudado possuía uma área de aproximadamente 300 ha e fora implantado com densidade inicial de 2500 árvores por hectare, não tendo sofrido intervenções de desbaste até o momento do presente estudo, aos 22 anos de idade.

Foram abatidas 83 árvores, em seguida cubadas pelo método de Smalian, onde se efetuou a medição do diâmetro nas posições 0,10m, 0,30m, 1,30m, e a partir deste de 1,0m em 1,0m até o diâmetro com casca igual a 8,0 cm para posterior cálculo do volume rigoroso. Estas posições de diâmetro e altura das cubagens foram convertidas em posições relativas totalizando 1826 pares de dados de variáveis dependentes e independentes.

No ajuste da forma do tronco utilizou-se o polinômio do 5º grau discriminado abaixo

$$\frac{5_5}{5} = 5_5 + 5_5 \left(\frac{5_5}{5}\right) + 5_5 \left(\frac{5_5}{5}\right)^2 + 5_5 \left(\frac{5_5}{5}\right)^3 + 5_5 \left(\frac{5_5}{5}\right)^4 + 5_5 \left(\frac{5_5}{5}\right)^5 \quad \text{ou} \quad (1)$$

$$\frac{5_5}{5} = 5_5 + 5_5 \left(\frac{5_5}{5}\right) + 5_5 \left(\frac{5_5}{5}\right)^2 + 5_5 \left(\frac{5_5}{5}\right)^3 + 5_5 \left(\frac{5_5}{5}\right)^4 + 5_5 \left(\frac{5_5}{5}\right)^5$$

Sendo: d_i = diâmetro na posição “i” do fuste, em centímetros; d = diâmetro a altura do peito, em centímetros; h_i = altura até a secção “i” do fuste, em metros; h = altura total da árvore, em metros.

Inicialmente, para determinação dos volumes totais e parciais, procedeu-se a integração matemática da função de forma ajustada, conforme especificado no limite de integração por árvore individual. Com integração da equação, entre zero (0) até a altura total (h), obteve-se o volume absoluto do tronco pela fórmula:

$$V = K * \int_0^h y^2 dh_i \quad (2)$$

Sendo y = equação forma de tronco; $k = \pi/4$;

Para o cálculo do volume parcial efetuou-se a integração, tomando-se como limites a base da árvore e a altura do diâmetro desejado, ou seja, entre zero (0) até a altura (h_i).

Para a obtenção dos volumes procedeu-se a integração do polinômio, equação (2), tornando-se possível obter as seguintes categorias de volume: $V_{<8}$ = Volume com casca com diâmetro menor que 8,0 cm; V_{8-15} = Volume com casca entre os diâmetros de 8,0 e 15,0 cm; V_{15-25} = Volume com casca entre os diâmetros de 15,0 e 25,0 cm; $V_{>25}$ = Volume com casca com diâmetro maior que 25,0 cm; e V = Volume total com casca.

Posteriormente as 83 árvores foram subdividida em quatro classes de diâmetro (dap) da seguinte maneira: dap menor que 25,0 cm, totalizando 22 indivíduos; dap maior ou igual a 25 e menor que 35,0, resultando em 42 indivíduos; dap maior ou igual a 35,0 cm e menor que 45,0 cm, agrupando 14 indivíduos; e, dap maior que 45,0 cm, com 5 indivíduos, tendo como finalidade reajustar funções de forma de tronco por classe de dap (Tabela 1).

TABELA 1: Distribuição de freqüência das árvores cubadas.

Classe dap (cm)	Classe h (m)			Total
	<15	15-25	>25	
<25	4	18	0	22
25 – 35	0	40	2	42
35 – 45	0	10	4	14
>45	0	4	1	5
Total	4	72	7	83

Sendo: dap=diâmetro à altura do peito (cm); h=altura total (m)

Para verificar a precisão das estimativas foram realizados dois procedimentos, no primeiro, verificou-se as estatísticas coeficiente de determinação (R^2), erro padrão da estimativa (S_{yx}) e a análise gráfica, da função ajustada entre os dados observados e estimados. E no segundo momento, comparar os valores observados, através das cubagens, com os estimados, pelo polinômio do 5º grau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ajuste da forma do tronco pelas equações d_i/d e h_i/h pode ser verificado de forma sintetizada na Tabela 2, os coeficientes dos polinômios ajustados para cada classe, juntamente com os parâmetros estatísticos gerados pela análise de regressão.

Analisando os coeficientes das equações d_i/d nota-se que estes, pouco variaram nas classes de dap entre 25 e 35cm e dap entre 35 e 45cm, resultando em melhores estimadores para R^2_{aj} e S_{yx} , dentre as classes estudadas. Isto pode ter ocorrido, possivelmente, devido a semelhantes condições de crescimento das árvores destes dois grupos. No entanto, as classes de dap menor que 25cm e dap maior que 45cm apresentaram coeficientes mais diferenciados tanto em relação às duas classes anteriormente citadas, bem como, em relação aos dados agrupados (Total). Observa-se que, de forma geral, os coeficientes da equação d_i/d , para os dados agrupados e separados em classes, pouco diferiram entre si resultando em bons estimadores de R^2_{aj} e S_{yx} .

TABELA 2: Parâmetros do ajuste da forma de tronco pelas equações de d_i/d e h_i/h , por classe de diâmetro e total

V. Indep.	Classes de dap	Coeficientes do Polinômio						Parâmetros	
		b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	$R^2_{aj.}$	S_{yx}
d_i/d	<25	1.28242	-4.5983	18.97088	-39.3404	37.57182	-13.8895	0.9495	0.0674
	25 - 35	1.17978	-3.4322	13.25727	-25.0216	20.72242	-6.70723	0.9609	0.0548
	35 - 45	1.18923	-3.55206	13.58262	-23.7797	17.02417	-4.46939	0.9654	0.0535
	>45	1.10042	-1.433	1.39495	-1.8958	2.47268	-1.6392	0.9532	0.0622
	Total	1.20467	-3.6754	14.06969	-26.128	21.30812	-6.78284	0.9552	0.0604
h_i/h	<25	0.9992	-1.12321	5.07783	-11.7584	9.24724	-2.34488	0.9486	0.0667
	25 - 35	1.00234	-1.81111	8.1132	-16.3596	12.05489	-2.91957	0.9443	0.0686
	35 - 45	1.00564	-1.6432	6.75823	-12.9922	8.84519	-1.88093	0.9358	0.0740
	>45	1.00294	-1.33737	4.7257	-8.82609	5.19113	-0.69406	0.9293	0.0782
	Total	1.00227	-1.7794	8.04347	-16.461	12.35362	-3.0717	0.9423	0.0701

Sendo: d_i = diâmetro na posição “i” do fuste, em centímetros; dap = diâmetro a altura do peito, em centímetros; h_i = altura até a secção “i” do fuste, em metros; b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 e b_5 = coeficientes do modelo; $R^2_{aj.}$ = Coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} = Erro padrão da estimativa.

Já em relação à função h_i/h (Tabela 2), verifica-se que os coeficientes das funções ajustadas para as classes de diâmetro mostraram-se bem semelhantes àqueles gerados para os dados não agrupados (Total), indicando que os volumes, podem ter estimativas semelhantes independentemente do procedimento. Todavia, esta função h_i/h mostrou pior estatística de $R^2_{aj.}$ e S_{yx} em relação à equação d_i/d , tanto se comparado os dados agrupados como os não agrupados em classes de diâmetro. Sendo que a diferença esta explicada (Figura 1), no ajuste do polinômio de 5º grau sobre os valores observados.

Como pode ser observado nos gráficos A,B,C,D e E, da Figura 1, o polinômio de 5º grau, de variável dependente h_i/h , produziu, em todas as situações, uma “cauda” de tendência negativa, passando a positiva entre os valores de d_i/d iguais a 1.00 e 1.50. Esta região, descreve a porção basal da árvore, ou seja, do nível do solo até o DAP (medido a 1.30m). Sendo assim, o erro da estimativa poderá gerar determinações errôneas de alturas (h_i) para determinados diâmetros (d_i) próximos ao solo, predizendo, em algumas situações, alturas negativas quando estas deveriam ser próximas ou iguais a zero. Isto pode ser explicado pela afirmação de Fischer (1997) e Assis (1998) de que nesta região existe uma maior irregularidade e sinuosidade na forma do tronco que nas porções superiores, e que segundo Ferreira (1999) quando ajustada por funções polinomiais, não prediz de forma precisa as deformações existentes na base do tronco de determinadas espécies.

Por outro lado, o polinômio de variável dependente d_i/d não apresentou esta característica, levando-o a alcançar melhores valores de $R^2_{aj.}$ e S_{yx} . Isto nos indica que se quisermos saber que diâmetro (d_i) na árvore apresenta na altura (h_i) igual a 15m, por exemplo, obter-se-á uma estimativa mais fidedigna, o qual pode ser observado na Figura 2.

Ao analisarmos a Figura 2, (A,B,C,D,E), percebemos que o polinômio d_i/d tende a representar melhor a distribuição dos dados relativos à forma das árvores, resultando, numa forma média mais precisa. A função não apresenta “cauda”, apenas parte do ponto de h_i/h igual a 1.00, ou seja, na altura total, e, ajustando-se à distribuição, toca o eixo dos diâmetros relativos sem ultrapassa-lo. Esta é uma verificação importante quando o objetivo é a determinação de volumes, totais ou segmentados, de árvores por meio da integração da função de forma d_i/d , descrito pela fórmula (2).

As estimativas dos volumes pelo polinômio do 5º grau estão agrupadas na Tabela 3, que juntamente com os volumes, também apresenta a porcentagem de volume em cada classe de DAP, para árvores agrupadas e não agrupadas em classes de dap.

Na Tabela 3, ao compararmos o somatório dos volumes totais das classes de dap, volume igual a 69.3934 m³, com o volume dos dados não agrupados, igual a 70.8312 m³ percebe-se que praticamente não houve variação entre as duas estimativas. O mesmo procede em relação aos volumes segmentados, por exemplo, o volume $d_i > 8$ cm igual a 0.8666 m³, nos dados agrupados, é bem próximo aos dados não agrupados com volume de 0.8965 m³ representando respectivamente uma porcentagem de 1,25 e 1,27% do volume total.

Ainda é possível verificar na Tabela 3 que, separando árvores em classes de dap, é possível detectar que dos 33,79% do volume da classe (15 < d_i < 25 cm), aproximadamente 64% está contido na classe de dap entre 25 e 35cm, com volume de 14,9812m³.

A diferença entre os volumes estimados pela função, com dados agrupados em relação os dados não agrupados não foi superior a 5%, atingindo valor máximo de 4,6 % na classe de volume com diâmetro maior ou igual a 8,0 cm e menor do que 15,0 cm, estimando volumes de 3,2549 m³ e 3,1103 m³.

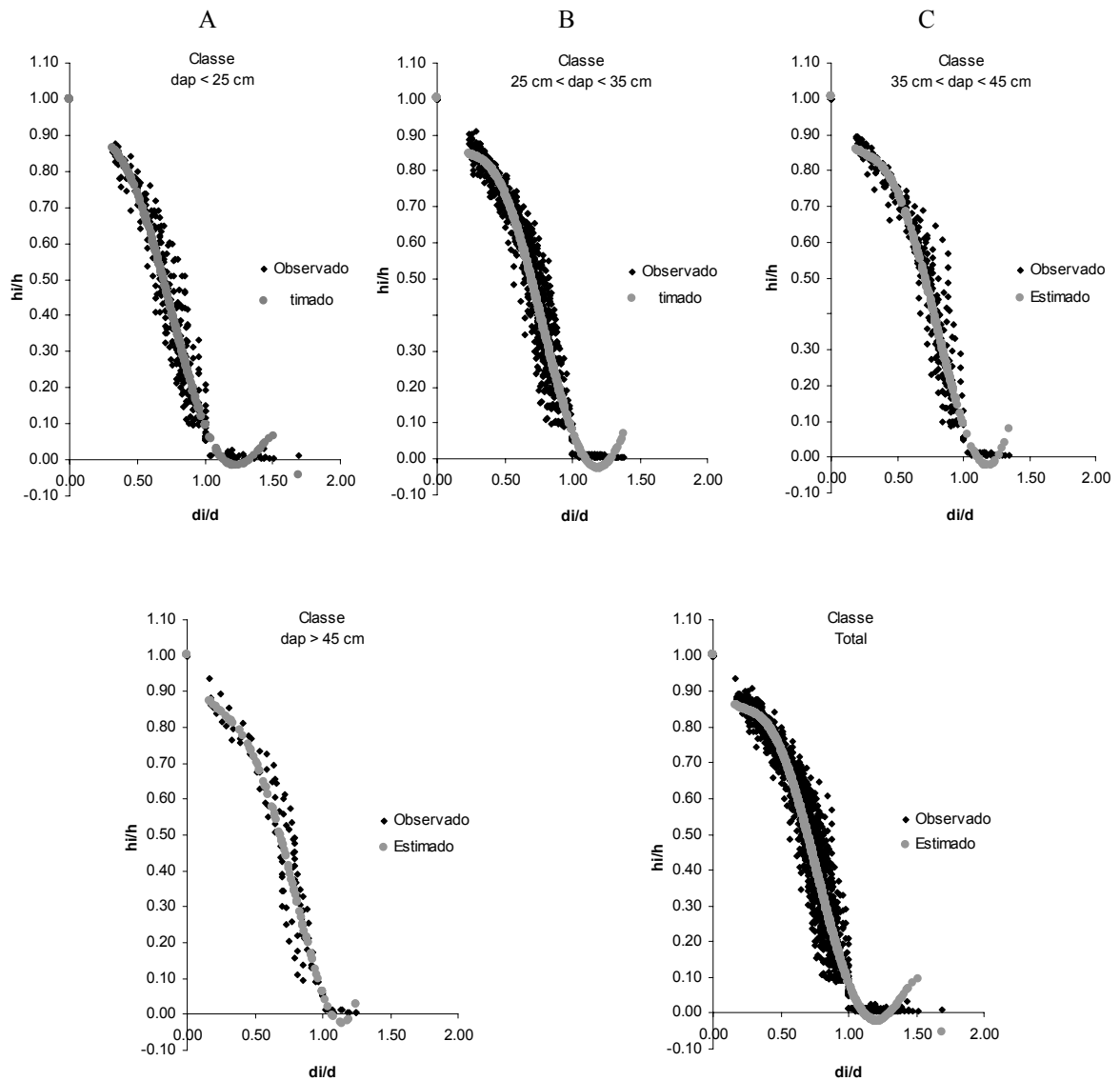


FIGURA 1: Gráficos de ajuste da função h_i/h para dados agrupados e não agrupados.

CONCLUSSÕES

O polinômio do quinto grau foi eficiente nos dados agrupados e não agrupados, para a representação da forma do tronco. Quanto ao volume, encontrou-se uma semelhança grande entre os agrupados e não agrupados, não sendo necessário agrupar em classes de diâmetros, para o cálculo do volume, devido ao trabalho empregado para o cálculo do mesmo.

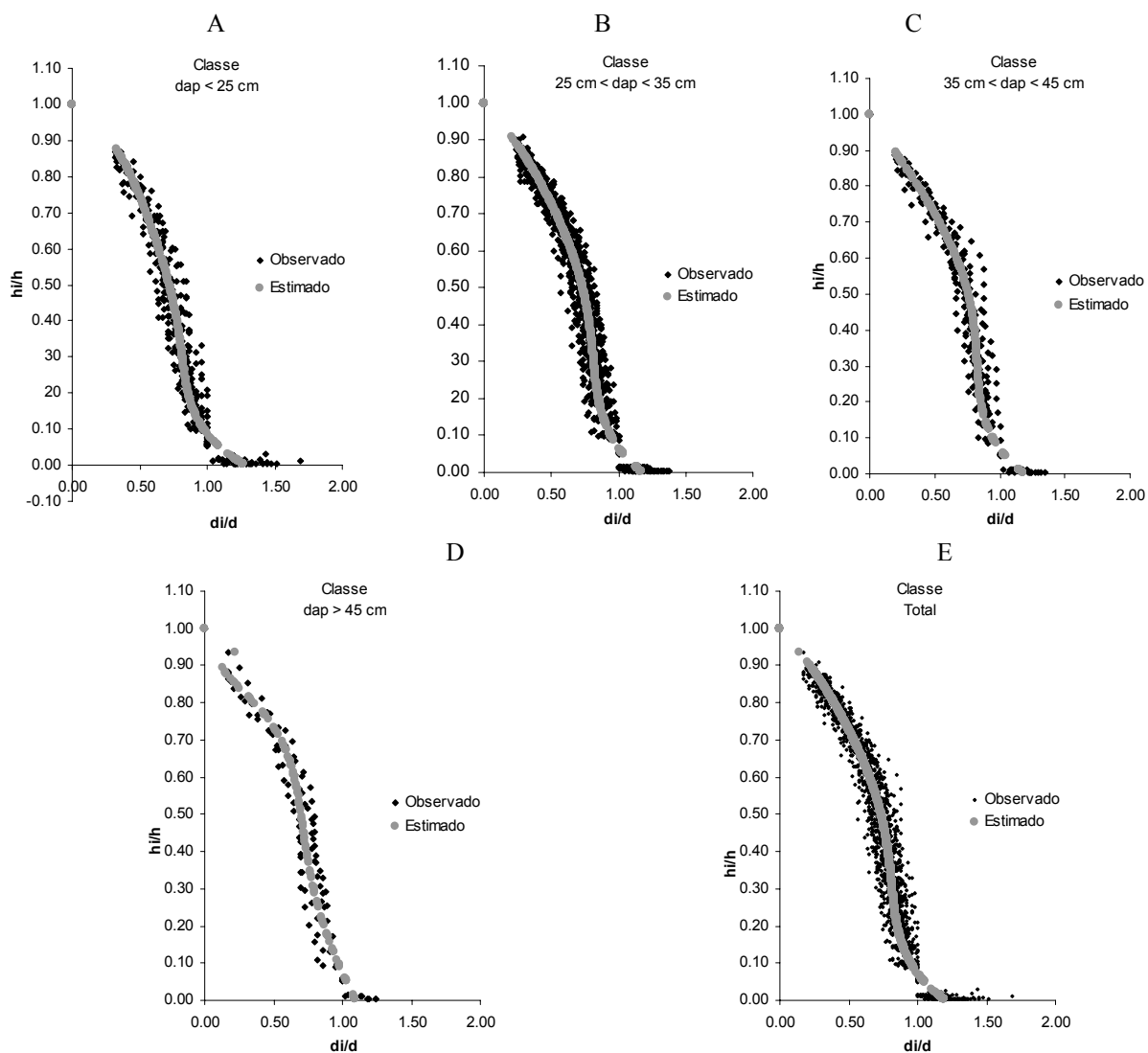


FIGURA 2: Gráficos de ajuste da função d_i/d para dados agrupados e não agrupados.

TABELA 3: Estimativas de volumes total e segmentado por árvores agrupadas e não agrupadas em classes de dap.

Dados agrupados						
Classes dap	Nº Árvores	Volume Segmentado				v. total (m3 c/c)
		v (di < 8cm) (m3 c/c)	v (8 < di < 15 cm) (m3 c/c)	v (15 < di < 25 cm) (m3 c/c)	v (di > 25 cm) (m3 c/c)	
dap < 25cm	22	0.2451	1.6238	5.2157	0.6769	7.7615
25 < dap < 35 cm	42	0.4158	1.3518	14.9812	16.4261	33.1749
35 < dap < 45 cm	14	0.1401	0.1890	2.7975	16.5503	19.6768
dap > 45 cm	5	0.0656	0.0903	0.4558	8.1686	8.7802
Σ	83	0.8666	3.2549	23.450	41,8219	69.3934
% (vol. Total)		1,25	4,69	33,79	60,27	100,00
Dados não-agrupados						
Σ	83	0.8965	3.1103	23.7497	43.0747	70.8312
% volume		1,27	4,39	33,53	60,81	100,00

Sendo: d_i = diâmetro na posição “i” do fuste, em centímetros; dap = diâmetro a altura do peito, em centímetros; v = volume total com casca, em metro cúbico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, A. L. **Acuracidade na estimativa de volumes comerciais de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus Urophylla***. Lavras: UFLA, 1998. 183p. Monografia - Universidade Federal de Lavras, 1998.
- BORGES, J. F. **Seccionamento do fuste de *Pinus taeda* L. para obtenção do volume de madeira serrada através de função de forma polinomial**. Curitiba: UFPR – Setor de Ciências Agrárias, 1981. 81p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) -Universidade Federal do Paraná, 1981.
- FISCHER, F. **Eficiência dos modelos polinomiais e das razões de volume na estimativa volumétrica dos sortimentos e do perfil do fuste de *Pinus taeda***. Lavras: UFLA 1997. 167p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, 1997.
- FERREIRA, S. O. **Estudo da forma do fuste de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana***. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 1999. 132p.
- FRIEDL, R.A. **Dinâmica de forma dos fustes em povoamentos plantados de *Araucaria angustifolia* (Bert) O Ktze**. Curitiba: UFPR – Setor de Ciências Agrárias, 1989. 166p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 1989.
- GOMES, A. M. A. **Medição dos arvoredos**. Lisboa: Livraria Sá da Costa, 1957. 413p.
- KIRCHNER, F.F.; FIGUEIREDO FILHO, A. F.; SCOLFORO, J. R.S. et al. **O uso de funções spline no cálculo de volumes de árvores**. Floresta, Curitiba, v.19, n.1 e 2, p116-122, 1989.
- LARSON, P.R. **Stem form development of Forest tree**. Forest Science Monographs, Washington, p. 1-41, 1963.
- LEMONS, R.C.; AZOLIN, M.D.; ABRAÃO, P.V.R.; SANTOS, M.C.L. **Levantamento e reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife: Ministério da Agricultura. Departamento nacional de pesquisas agropecuárias – divisão de pesquisas pedológicas, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30)

PROPORÇÃO DA DIOICIA E DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ÁRVORES MASCULINAS E FEMININAS DE *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE., EM POVOAMENTOS NATURAIS

SEX PROPORTION AND DIAMETRIC DISTRIBUTION OF MASCULINE AND FEMINE *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE. TREES IN NATURAL SETTLEMENTS

Artur José Soligo¹ Magda Lea Bolzan Zanon² César Augusto Guimarães Finger³ Paulo Renato Schneider⁴

RESUMO

Este estudo foi realizado na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, e teve como objetivos quantificar o número de indivíduos de *Araucaria angustifolia*, classificados em femininos e masculinos, bem como sua distribuição diamétrica, em 7,9 ha de floresta nativa. A classificação do sexo dos indivíduos foi realizada nos períodos de maturação dos componente florais e o levantamento dendrométrico efetuado para obtenção do diâmetro e frequência, sobre toda a área amostral. Os resultados não mostraram diferença significativa em diâmetro, sendo encontrado para o sexo feminino 57,9 cm e para o masculino 57,0 cm. A proporção relativa de indivíduos foi uniforme, sendo 49,4 % indivíduos do sexo masculino e 50,6 % do feminino; 71,3% estiveram presentes nas classes de diâmetro entre 40-80cm e nenhum indivíduo ocorreu na menor classe diamétrica (0-20cm). As frequências ajustadas por um polinômio do 4º, separadamente por sexo, mostraram, nos dois casos, distribuição aproximadamente normal, com leve assimetria a direita.

Palavras-chave: *Araucaria angustifolia*, sexo, distribuição de frequência.

ABSTRACT

This study was conducted at the São Francisco de Paula National Forest, in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. The objective was to quantify the number of individuals of *Araucaria angustifolia*, classified by gender, as well as their diametric distribution, in 7,9 ha plot of native forest. Gender was determined on the basis of the periods of maturation of the floral components; and the dendrometric increase was recorded to obtain the diameter and the frequency of trees of each sex of all the trees in the study plot. Our results did not show a significant difference in diameter between male and female trees. Mean diameter for male and female trees was 57,0 cm and 57,9 cm respectively; Likewise, there was no difference in the relative proportion between male and female trees, with 49,4% and 50,6%, respectively; 71,3% of the individuals weres in the 40 to 80 cm diameter size class, while no individuals were found of the smallest diameter size class (up to 20cm). The frequencies adjusted by a 4th polynomial, classified by gender, showed for both sexes and an approximately normal distribution, with a slight asymmetry to the right.

Key words: *Araucaria angustifolia*, sex, frequency distribution.

INTRODUÇÃO

Desde a metade do século passado, o país vem assistindo ao esgotamento das reservas de *Araucaria angustifolia*, espécie florestal nativa que foi a de maior valor econômico madeireiro para o país. Já a partir de 1895, ao longo do processo histórico de ocupação do sul do Brasil, assistiu-se a uma rápida eliminação de sua cobertura florestal, tanto para fins de extração de madeira como para dar espaços às atividades agropecuárias (Sonda, 1996).

A redução drástica das áreas cobertas com maciços florestais de araucária ocorreu com a instalação de centenas de indústrias madeireiras, interessadas no aproveitamento de sua madeira de altíssima qualidade. Posteriormente, o avanço da agricultura com a derrubada das florestas seguida da queima, se incumbiu de levar a extinção grandes áreas reflorestadas, as quais pareciam inesgotáveis. Atualmente, esta espécie é encontrada em áreas reduzidas, tanto em sua forma primária como em florestas secundárias, provenientes da regeneração natural ocorrida após a exploração da floresta primária. Desta forma, a *Araucaria angustifolia* foi quem projetou social e economicamente as suas regiões de origem.

¹ Engenheiro Florestal, Diretor da Floresta Nacional de São Francisco de Paula. Especialista em Planejamento ambiental. E-mail: asoligo@ibest.com.br

² Engenheira Florestal, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq. E-mail: mlbz@terra.com.br

³ Engenheiro Florestal, Dr. Prof. Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq. E-mail: finger@smail.ufsm.br

⁴ Engenheiro Florestal, Dr. Prof. Titular do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq. E-mail: paulors@smail.ufsm.br

Sua área, originalmente, distribuía-se numa superfície de cerca de 185.000 km², ocorrendo no Paraná (40% de sua superfície), Santa Catarina (31%) e Rio Grande do Sul (25%) e, em manchas esparsas no sul de São Paulo (3%), até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%), (Carvalho, 1994).

Trata-se de planta dióica, isto é, suas flores, masculinas e femininas, nascem separadas, em árvores diferentes. Assim, um pé de *Araucaria angustifolia* possui inflorescências (estróbilos) masculinas ou femininas, sendo, entretanto, conhecidas exemplares hermafroditas, cuja ocorrência é pouco freqüente ou mesmo rara e relacionado a danos físicos na árvore com conseqüente ataque de fungos.

Existem alguns antecedentes acerca da participação de árvores femininas e masculinas na composição dos povoamentos. Geralmente, há maior porcentagem de pinheiros do sexo masculino do que do feminino de acordo com Carvalho, (1994). O autor cita ainda que, em povoamentos plantados, a proporcionalidade dos sexos não obedece à proporção 1:1, havendo maior ocorrência de árvores masculinas.

Levantamentos em povoamentos naturais não desbastados, localizados nos estados Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e em alguns plantios localizado no estado de São Paulo, revelaram uma proporção 52,4% de indivíduos masculinos e 47,6% de indivíduos do sexo feminino (Bandel & Gurgel, 1967).

Maior proporcionalidade de machos também foi observado por Mattos (1972), onde encontrou povoamentos com 55,2 % indivíduos do sexo masculino contra 44,8% do sexo feminino.

A identificação dessas árvores é feita exclusivamente pela visualização dos órgãos florais, uma vez que não há outros caracteres morfológicos que possam ajudar a diferenciar os indivíduos.

O gênero, exclusivo do hemisfério sul, abrange 16 espécies, das quais apenas duas ocorrem na América Latina: uma na Argentina e no Chile, a *Araucaria araucana* e, a *Araucária angustifolia*, na Argentina, e em todo o planalto sul brasileiro, concentrando-se nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

Golfari (1967) situa a área de ocorrência natural em um clima temperado no qual a temperatura média anual varia de 13 a 18°C, caracterizando-se por verões frescos e invernos relativamente frios, com mínimas próximas a -8°C. Van Goor (1965), descreve ainda que os tipos climáticos de Köppen, Cwb, Cfb e Cfa, caracterizados por apresentarem chuvas bem distribuídas durante o ano, não são limitantes para o crescimento de araucária, porém, altitudes abaixo de 600 metros são consideradas críticas para a espécie.

A araucária presente no planeta desde a última glaciação - que começou há mais de um milhão e quinhentos mil anos, já ocupou área equivalente a 185.000 Km² no Brasil. Espécie pioneira dissemina-se facilmente em campo aberto. Esta gimnosperma é uma árvore de grande porte: atinge cerca de 50 m de altura e seu tronco pode medir até 8,5 m de circunferência.

Segundo Romariz *apud* Cassol (1982), a espécie ocorre sobre os mais variados tipos de solo, desde os mais pobres como os Campos Gerais do Paraná (derivados de arenitos), até os solos escuros e férteis (derivados de basalto). Em solo fértil e em altitudes superiores a 500 m e atinge bom desenvolvimento em 50 anos.

A espécie desenvolve-se melhor em regiões onde as chuvas são bem distribuídas durante o ano todo, e as médias térmicas oscilam 20 a 21° no verão e 10 a 11° no inverno. Nos solos sujeitos a maior pluviosidade, a araucária oferece melhor aspecto e maior abundância. O mesmo autor cita que as limitações do crescimento e produtividade da espécie pode ser atribuída à profundidade e drenagem do solo, bem como a aeração e impedimentos de ordem mecânica para o crescimento do sistema radicular.

Os povoamentos com bom crescimento geralmente são encontrados em latossolos, o que é segundo Hoogh (1981) essencialmente determinado pela boa estrutura do solo, enquanto em litossolos e solos hidromórficos, em conseqüência das restrições físicas e fisiológicas para o desenvolvimento radicial, produzem condições de crescimento extremamente pobres. Observa-se o seu melhor crescimento em áreas de agricultura abandonadas, florestas nativas e secundárias.

A espécie ocorre naturalmente em solos derivados de vários tipos de rochas: granitos, basaltos, dioritos, filitos, sedimentares. Em vários solos de campo, o crescimento lento pode ser atribuído à deficiência de nutrientes, à toxidez do alumínio e à pequena profundidade; esta última condição torna a espécie mais sensível aos efeitos da seca no inverno. Solos rasos, com profundidade inferior a 100 cm, influenciam negativamente o crescimento, mas não impedem a regeneração natural.

Seu formato é bem peculiar: o tronco ergue-se reto, sem nenhum desvio e se ramifica apenas no topo, formando a interessante copa, com os ramos desenvolvendo-se horizontalmente, as pontas curvadas para cima; superpostos uns aos outros, formando vários andares. Logo abaixo da copa, nos pinheiros mais antigos, aparecem às vezes alguns tocos de ramo, quebrando a simetria característica.

A madeira é geralmente branca, leve e de múltiplas aplicações como na construção civil, movelaria, pasta mecânica, laminado, compensados, caixaria, palitos, cabos de vassouras, brinquedos, instrumentos musicais, tacos, além de lãs e sedas artificiais. A resina é utilizada para fabricação de acetona, terebentina, vernizes e outros produtos químicos. Os pinhões são consumidos pelo homem, além de animais domésticos e silvestres, podendo ser utilizados no fabrico de álcool.

Na busca de melhor descrever esta importante espécie florestal, os objetivos do estudo foram determinar a porcentagem de indivíduos masculinos e femininos de *Araucaria angustifolia*, bem como determinar o diâmetro médio e a distribuição diamétrica estratificadas por sexo dos indivíduos em uma floresta nativa da Floresta Nacional de São Francisco de Paula.

MATERIAL E MÉTODO

Localização da área de estudo

Os dados para o estudo foram obtidos na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (Flona), sob responsabilidade do IBAMA, localizada no Distrito Rincão dos Kröeff, município de São Francisco de Paula, RS. A área localiza-se entre as coordenadas geográficas 29° 20' latitude sul e 50°31' longitude oeste (IBAMA, 1989). De acordo, com a classificação fisiográfica do Rio Grande do Sul, a floresta localiza-se nos Campos de Cima da Serra, formada por planície de origem basáltica (Rambo, 1956).

Climatologia e edafologia

O clima dominante na região, segundo o sistema Köppen é do tipo “Cfb”, mesotermico médio (Moreno, 1961). Temperatura do mês mais quente inferior a 18,3°C, temperatura do mês mais frio entre -3°C e 18°C, sendo que a temperatura média anual é inferior a 18,5°C, precipitação média anual de 2.468mm e umidade relativa do ar média de 86%.

De acordo com Carraro *et al.* (1974), e Brasil (1973), a região enquadra-se no grupo de solo São Bento que abrange as formações da Serra Geral, Botucatu e Rosário do Sul. Especificamente, o local do estudo encontra-se na formação Serra Geral caracterizada por derrames de lava basáltica.

O solo se enquadra na unidade de mapeamento Bom Jesus, sendo pouco desenvolvido e classificado como Cambisol Húmico. Suas principais características são: álico, textura argilosa, relevo ondulado a forte ondulada e substrato basáltico. Predominam solos profundos, moderadamente drenados, de coloração escura e bruno avermelhada, friáveis, ácidos e com baixa saturação de bases, apresentando teores elevados de alumínio trocável e de matéria orgânica, chegando a 5% no horizonte A. Sendo a fertilidade natural do solo elevada.

A variação mais freqüente, nesses solos, diz respeito à ocorrência de perfis mais rasos, com horizonte B menos profundo, perfis litólicos, perfis hidromórficos de altitude e afloramentos de rochas

Na região ocorre freqüentemente a formação de geadas, podendo, ocasionalmente, ocorrer precipitação de neve.

Características da floresta

A Flona de São Francisco de Paula apresenta uma área 1.606,9 hectares, sendo 901,9 ha de florestas nativas (56,1%), 570,34 ha de florestas plantadas (35,4%) e 134,66 ha de áreas não estocadas (8,4%). A área plantada divide-se em 321,3 ha de *Araucaria angustifolia* (20,0%), 200,0 ha de *Pinus* sp. (12,4%), 9,9 ha de floresta mista de *Araucaria angustifolia* e *Pinus elliotii* (0,6%), 5,0 ha de *Cryptomeria japonica* (0,3%) e 34,14 ha de plantações de *Eucalyptus* sp. (2,10%).

De acordo com Narvaes (2004), as famílias mais representativas na área são: Myrtaceae, Lauraceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Rutaceae, Aquifoliaceae, Fabaceae, Sapindaceae, e Vermanaceae.

Levantamento de informações

O levantamento foi realizado em duas áreas de floresta nativa com alta ocorrência da espécie *Araucária angustifolia*, uma das áreas com exposição oeste/sul denominada Cravina, e a outra com exposição, leste denominada Mato da Terra Vermelha, perfazendo o total de 7,9 ha, onde foram identificados os indivíduos por sexo.

A identificação dos indivíduos foi executada em duas etapas. Primeiramente foram identificados os indivíduos do sexo masculino, nos meses de outubro a novembro, período da polinização ou maturação dos estróbilos. Neste período os estróbilos masculinos se tornam visíveis apresentando coloração castanha, e as fêmeas eram identificadas simultaneamente, se possível. Não sendo, as fêmeas eram identificadas posteriormente nos meses de março a julho, através da presença do material reprodutivo (pinhas). Foi necessário a repetição da metodologia em anos posteriores para ratificar ou confirmar o sexo de cada árvore.

Cada indivíduo, depois de identificado, recebia etiquetas conforme o sexo: amarelas para machos e pratas para fêmeas. Posteriormente foi efetuada a contagem dos indivíduos e a medição do diâmetro a altura do peito, realizada com o auxílio de uma fita métrica, graduada em centímetros.

Os dados foram agrupados em freqüência absoluta por sexo e por classe de diâmetros para as áreas amostradas e para o conjunto.

A distribuição do número de indivíduos, classificados em machos e fêmeas por classe de diâmetro, foram ajustadas através de um polinômio de 4º, expresso por:

$$N = b_0 + b_1.d + b_2.d^2 + b_3.d^3 + b_4.d^4$$

Sendo: N = número de indivíduos por sexo, em 7,9 ha; d = diâmetro do centro de classe, em cm; b₀, b₁, b₃, b₄ = coeficientes do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram mensurados os totais de 839 indivíduos nas duas áreas estudadas. Na área 1 (Cravina) foram identificados e mensurados 497 indivíduos, destes 50,90% eram do sexo feminino e 49,1% do sexo masculino. Na segunda área (Mato da Terra Vermelha) foram identificados 342 indivíduos, 49,7 % do sexo feminino e 50,3% do sexo masculino. No conjunto dos dados a porcentagem de machos e fêmeas foram respectivamente de 49,4% e 50,6%.

Na Tabela 1 encontra-se o número de árvores por sexo, o diâmetro médio nas áreas analisadas e para o conjunto de dados.

TABELA 1 - Diâmetro médio e número de indivíduos de *Araucaria angustifolia*, por sexo, encontrados nas áreas analisadas, na Floresta Nacional de São Francisco de Paula.

Discriminação	Cravina (5,0 ha)	Mato Terra Vermelha (2,9 ha)	DAP Médio (cm)	
			Fêmeas	Machos
Fêmeas	253	172	54,70	50,26
Machos	244	170	62,75	63,72
Total	497	342	57,86	57,04

Na Figura 1A, pode-se observar que o maior número de indivíduos, independente do sexo, encontrava-se nas classes 40-60, sendo os indivíduos masculinos mais freqüentes nas classes diamétrica de 20-40cm. Nas demais classes os indivíduos do sexo feminino encontravam-se em maior quantidade. Observa-se, também, que o mesmo acontece na Figura 1B, onde as maiores concentrações de indivíduos estavam nas classes entre 40cm e 80cm, com uma porcentagem de 76,9% do total dos 342 indivíduos identificados no local.

Na análise do conjunto total dos dados (Figura 1C), a tendência da distribuição dos indivíduos se manteve nas classes intermediárias. Observou-se que 71,3% dos indivíduos estiveram presente na classe de diâmetro de 40-80cm e nenhum indivíduo na menor classe diâmetro de 0-20cm. Isso pode ser explicado pela baixa regeneração da espécie no interior da floresta em função do baixo índice de luminosidade. Esta condição já foi registrada no Plano de Manejo da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (Ibama, 1989), onde a espécie, apesar de ter apresentado maior abundância relativa no estrato arbóreo (14,55%), quando analisada a regeneração natural, apresentou apenas 0,34% de ocorrência.

Caldato et al. (1996), também encontrou baixos índices de regeneração para a espécie em Caçador, SC. Para a floresta analisada registraram valores baixos de densidade (22,78 ind/ha), freqüência (17,22%) e dominância (0,026m³/ha).

O mesmo foi observado no Inventário Florestal Contínuo do Estado do Rio Grande do Sul (SEMA-RS/UFSM-2001), onde a respeito da densidade, constatou-se que a espécie possui valores pouco expressivos (22,5 ind/ha).

Na Tabela 2 estão relacionados os coeficientes e estatísticas calculadas para o modelo matemático da distribuição de freqüência por classe de diâmetro, ajustada pelo polinômio do 4º, de forma independente para os dados do sexo masculino e feminino, apresentou um coeficiente de determinação de 99% e um erro padrão da estimativa de 12,7 e 16,1, respectivamente para fêmeas e machos.

TABELA 2: Parâmetros estatísticos do polinômio de 4º grau para o ajuste do número de indivíduos do sexo masculino e feminino, para a 7,9 ha.

Discriminação	Coeficientes					R ² %.	Sxy
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄		
Fêmea	48,064673	-9,896947	0,5843341	-0,008694	0,0000378	99,36	12,7
Macho	23,969435	-6,118314	0,4499591	-0,007076	0,0000316	98,80	16,1

Na Figura 2 observa-se a distribuição de freqüência por classe de diâmetro, verificando-se que as estimativas de individuais são muito semelhantes para ambos os sexos, nas diferentes classes de diâmetro analisadas. A análise da Figura 2 permite, ainda, verificar que as estimativas tenderam à distribuição normal, com leve assimetria à direita.

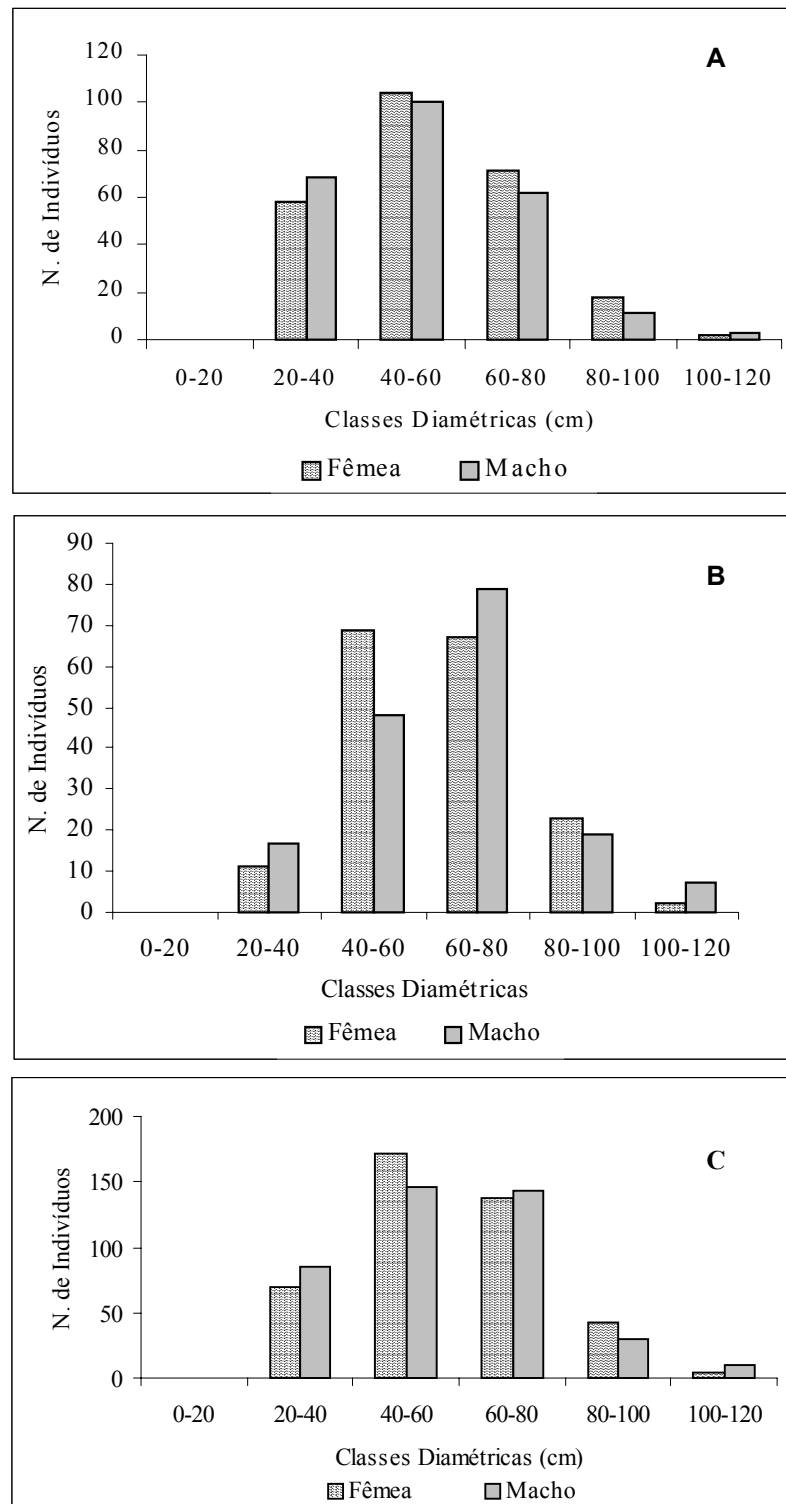


FIGURA 1 - Distribuição do número de indivíduos por sexo nas diferentes classes diamétricas. **A:** área cravina (5,0 ha); **B:** Área Terra Vermelha (2,9 ha); **C:** Área Total (7,9 ha)

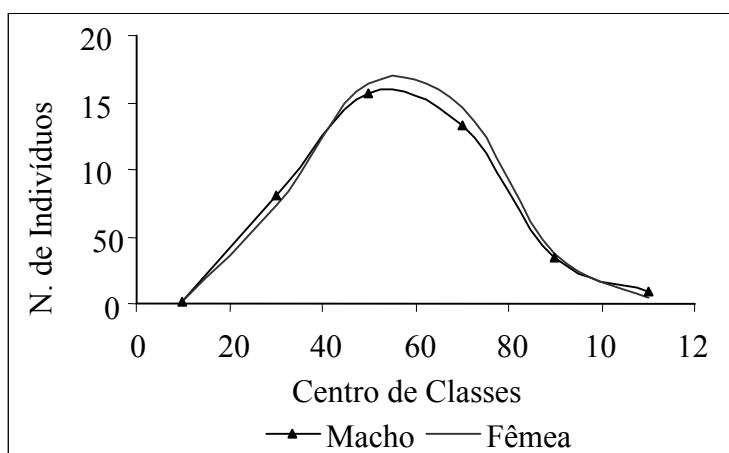


FIGURA 2 - Distribuição do número de indivíduos por classe de diâmetro, por sexo, em 7,9 hectares.

CONCLUSÕES

Os resultados do trabalho, elaborados em floresta nativas de *Araucaria angustifolia* da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, localizada no município de mesmo nome, permitem concluir que há equivalência na proporção entre os sexos das árvores, tendo sido registrados 49,4% de árvores masculinas e 50,6% de árvores femininas. O mesmo foi observado com relação ao diâmetro médio alcançando 57,0cm e 57,9cm, respectivamente para o sexo masculino e feminino.

A distribuição de frequência por classe de diâmetro foi ajustada individualmente para cada sexo por polinômio de 4º, com alta precisão, não se observando diferença nas frequências entre eles, tendo as duas curvas apresentado tendência à normalidade com leve assimetria à direita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALDEL, G.; GURGEL, J.T.A. Proporção do sexo em pinheiro Brasileiro *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. Silvicultura - Revista Técnica do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. 1967. P.209-220.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- CALDATO, S. L.; FLOSS, P. A.; DA CROCE, D. M.; LONGHI, S. J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de semente na reserva genética florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 27-38, 1996.
- CARRARO, C. C., GAMERMANN, N., EICK, N. C. *et al.* **Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Instituto de Geociências, UFRGS, 1974. 29 p.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileira: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisas Florestais. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.
- CASSOL, C. A. **Relações entre características do solo, crescimento e produtividade em povoamento implantado de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., em Passo Fundo - RS**. Santa Maria: UFSM, 1982. 72 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1982.
- GOLFARI, L. Coníferas aptas para repoblaciones forestales en el Estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 6, p. 7-62, 1967.
- HOOGH, R. J. de.; DIETRICH, A. B. Relação Crescimento-Sítio de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze, em Povoamentos Plantados. In: **Anais do 3º Congresso Florestal Brasileiro**, v.1, p.34-40. 1981.
- IBAMA. **Plano de Manejo para a Flona de São Francisco de Paula – RS**. Santa Maria, 1989, 215p.
- MATTOS, J. R. **O pinheiro brasileiro**. São Paulo: Grêmio Politécnico, 1972, 620p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.

3º Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal

NARVAES, I. S. **Classificação e caracterização da regeneração natural em floresta ombrófila mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.** Santa Maria: UFSM, 2004, 142P. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria. 2004.

RAMBO, Pe. R. **A fisionomia do Rio Grande do Sul.** Porto alegre, Livraria Selbach, 1956, 456p.

SEMA/UFSM-RS. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Santa Maria: 2001. 706p. v. 1,2.

SONDA, C. **A floresta no Estado do Paraná: condicionantes naturais, econômicos e sociais.** Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 190p. 1996.

VAN GOOR, C. P. Classificação da capacidade da terra em relação ao reflorestamento com *Pinus elliottii* Eng. var. *elliottii* e *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., no Estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, v. 4, p. 349-366, 1965.

QUANTIFICAÇÃO DE “C” E “N” NO MATERIAL LENHOSO SOBRE O SOLO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, NO MUNICÍPIO DE ITAÁRA – RS

QUANTIFICATION OF “C” AND “N” IN THE WOODY MATERIAL ON THE SOIL IN A FRAGMENT OF SEASONAL DECIDUOUS FOREST, IN ITAÁRA - RS

Flávia Gizele König⁴ Mauro Valdir Schumacher⁵ Isabel Sandra Kleinpaul⁶ Lourdes Patrícia Dacosta⁷
Gisele Scapini⁸ Rodrigo Ferreira da Silva

RESUMO

O presente estudo objetivou verificar o acúmulo e quantificar o carbono (C) e o nitrogênio (N) contido no material lenhoso sobre o solo em fragmento de Floresta Estacional Decidual no município de Itaára, RS. Para a amostragem estabeleceram-se três classes diamétricas: diâmetro < 3,0 cm (galhos finos), de 3,0 – 9,0 cm (galhos grossos), > 9,0 cm (galhos muito grossos ou troncos), e instalaram-se 8 parcelas de 4 m x 5 m, nas quais procedeu-se a coleta de todo material acumulado sobre o solo e com o auxílio de um gabarito enquadrou-se os mesmos na sua referida classe, tomando-se uma pequena amostra das mesmas e aferiu-se seu peso úmido. Depois de coletadas, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Ecologia Florestal, onde foram secas em estufa de circulação de ar por 72 horas a 75°C, pesadas para a obtenção de sua massa seca, moídas em moinho tipo Wiley e analisadas quimicamente. O maior acúmulo de material lenhoso deu-se nos galhos finos (9,51 Mg ha⁻¹), seguido dos galhos grossos (3,76 Mg ha⁻¹) e o menor acúmulo ocorreu na classe dos galhos muito grossos e troncos (2,94 Mg ha⁻¹). As quantidades de nitrogênio e carbono seguiram o mesmo parâmetro respectivamente: 68,53 Kg ha⁻¹ (galhos finos), 16,61 Kg ha⁻¹ (galhos grossos) e 9,80 Kg ha⁻¹ de N (galhos muito grossos e troncos) enquanto que para C as quantidades foram: 3.884,39 Kg ha⁻¹ (galhos finos), 1.556,90 Kg ha⁻¹ (galhos grossos) e 1.076,12 Kg ha⁻¹ (galhos muito grossos e troncos). A relação C/N do material apresentou valores de 56,68 para os galhos finos, 93,75 para galhos grossos e 109,80 para galhos muito grossos e troncos. Tais aspectos são importantes, principalmente quanto a questão de supressão da cobertura florestal destes fragmentos, em função de práticas de agricultura migratória, dando indicativos ecológicos e silviculturais sobre o manejo destes fragmentos.

Palavras-chave: Material lenhoso, Floresta Estacional Decidual, Ciclagem de nutrientes

ABSTRACT

The present study had as objective to verify the accumulation and to quantify the carbon (C) and nitrogen (N) contained in the woody material on the soil in fragment of Seasonal Deciduous Forest in the municipal district of Itaára, RS. For the sampling of the material was settled down three diametric classes: diameter <3,0 cm (fine branches), 3,0 - 9,0 cm (thick branches), > 9,0 cm (very thick branches and stems), where settled 8 plots of 4 m x 5 m, in which the collection was proceeded of all accumulated material on the soil, and with the aid of a form it was framed the same ones in yours referred class and a small sample of the same ones was taken and your humid weight was confronted. After having collected the samples form directed to the Laboratory of Forest Ecology, and the samples had been evaporated in greenhouse of circulation of air for 72 hours to 75°C, after had been weighted for the obtaining the dry mass and milled in mill type Wiley and analyzed chemically. The largest accumulation of woody material felt in the fine branches (9,51 Mg ha⁻¹), followed by the thick branches (3,76 Mg ha⁻¹) and the smallest accumulation occurred in the class of the very thick branches and logs (2,94 Mg ha⁻¹), and for the amounts of nitrogen and carbon it followed the same parameter respectively: 68,53 Kg ha⁻¹ (fine branches), 16,61 Kg ha⁻¹ (thick branches) and 9,80 Kg ha⁻¹ of N (very thick branches and stems) while for C the amounts were: 3.884,39 Kg ha⁻¹ (fine branches), 1.556,90 Kg ha⁻¹ (thick branches) and 1.076,12 Kg ha⁻¹ (very thick branches and stems). The relationship C/N of the material presented values of 56,68 for the fine branches, 93,75 for thick branches and 109,80 for very thick branches and logs. Such aspects are important, mainly as the subject of suppression of the forest covering of these fragments, in function of practices of migratory agriculture, giving indicative ecological and silvicultural on the handling of these fragments.

Key words: Woody material, Seasonal Deciduous Forest, Nutrient cycling.

⁴ Eng. Florestal, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – Bolsista CNPQ – CCR – UFSM. Endereço: Erly de Almeida Lima, 195/401 – Bairro Camobi, Santa Maria, RS. CEP:97105-120. E-mail: flaviakonig@mail.ufsm.br.

⁵ Prof. Dr. nat techn. do Departamento de Ciências Florestais – CCR – UFSM.

⁶ Engenheira Florestal.

⁷ Eng. Florestal, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – CCR – UFSM.

⁸ Bióloga, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – CCR – UFSM.

INTRODUÇÃO

Conforme Barbosa (1999) o crescimento das florestas em áreas tropicais está intimamente relacionado com os nutrientes ciclados na superfície do solo e principalmente disponíveis na camada de serapilheira. A ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais refere-se ao processo de absorção dos minerais pelas plantas, translocação interna entre os tecidos vegetais e transferência desses elementos, acumulados na biomassa vegetal, novamente para o solo, a atmosfera e a hidrosfera, tornando-se disponíveis para serem reabsorvidos, formando um ciclo essencial para a manutenção da vida no planeta (Andrade, 1997).

A matéria orgânica morta é ponto inicial da decomposição da cadeia alimentar. Em ecossistemas florestais, uma grande fração da matéria orgânica morta ocorre na forma de madeira. A devolução (queda) de serapilheira de galhos constituem-se numa importante entrada para a construção do estoque de carbono nas florestas. A atividade dos decompositores determina a dinâmica dos nutrientes e a taxa de mineralização do carbono e outros nutrientes durante o processo de queda (Martius & Bandeira, 1998).

Diversos fatores influem no processo de decomposição, dentre os quais destaca-se as características físicas e químicas de cada espécie. Teores de diversos constituintes químicos como P, Ca, lignina, tanino, carboidratos (celulose) apresentam correlação significativa com a decomposição (Meguro et al., 1980).

Durante a decomposição dos resíduos, as plantas e organismos contêm em sua estrutura, material nitrogenado que após a mineralização, disponibilizará o nitrogênio para outras plantas ou organismos (Neves, 1992). Um exemplo são as proteínas que contêm em torno de 15% de nitrogênio (Larcher, 1996). Se durante a decomposição não houver a intervenção humana, a degradação dos compostos poderá regular a velocidade das trocas de nitrogênio no ecossistema, evitando-se perdas por lixiviação, esse mecanismo é condicionado pela relação C/N (Victoria et al., 1992).

Em relação à queda de serapilheira de folhas, Golley (1978) relatam que ela é cerca de 10 vezes maior que a deposição de ramos, durante o ano. Quanto a sazonalidade de deposição, a queda de ramos na estação seca é maior da que ocorre na úmida. A devolução de nutrientes através da queda de galhos pode ser somada às quantidades que são devolvidas pela serapilheira de folhas e outros materiais.

Martius & Bandeira (1998), estudando a deposição de galhos grossos e madeira morta em floresta pluvial amazônica, relatam que esta fração foi responsável por 41% da serapilheira total. Ressaltam também que a maioria dos estudos realizados em florestas pluviais estabelecem um intervalo entre 25-75% para a contribuição da fração.

Na ciclagem de nutrientes em florestas são vários os fatores contribuintes para a entrada de nutrientes no sistema, como pode ser observado no estudo citado acima, a quantificação da deposição de galhos grossos constitui uma dessas entradas. Geralmente galhos de diâmetro superior a 1 cm, em virtude da dificuldade de coletar os mesmos em coletores com área parcelar superior a 1 m² de área, são usualmente empregados em estudos de deposição de serapilheira de folhas e outros materiais de menores dimensões, é um fato que vem diferenciar e justificar a metodologia na quantificação deste material (Brun et al, 2002).

Com base nestes aspectos o presente estudo teve por objetivo quantificar o material lenhoso sobre o solo e o seu conteúdo de C e N, em diferentes classes diamétricas (< 3 cm (galhos finos), de 3 – 9 cm (galhos grossos) e > 9 cm (galhos muito grossos e troncos)), em um Fragmento de Floresta Estacional Decidual no município de Itaára – RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi efetuado no município de Itaára-RS, localizado na Serra de São Martinho, com uma extensão territorial de 132,6 Km², estando situado a 29° 30' 15,2" de latitude Sul e 53° 46' 06,5" de longitude Oeste, possuindo uma altitude média de 200 metros em relação ao nível do mar, em uma área de Floresta Estacional Decidual com aproximadamente 30 hectares que se encontra em área do Centro de Treinamento Reprodução Animal e Preservação Ambiental da Brigada Militar, localizado no município de Itaára, km 26 da rodovia BR 158, que se encontra sob a Administração do 1º RPFON (Regimento Coronel Pillar).

Segundo a classificação climática de Köppen, o Rio Grande do Sul enquadra-se na zona temperada e no tipo temperado úmido. A região em que o município de Itaára está inserido apresenta a variedade climática Cfa, caracterizada pela ocorrência de chuvas durante todos os meses do ano, possuindo a temperatura do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio superior a -3°C, com precipitação variando entre 1700 e 1800 milímetros anuais (Moreno, 1961).

O município está localizado na região fisiográfica do Planalto médio. O solo é pertencente à Unidade de Mapeamento Guassupi, sendo classificado como Neossolo Litólico distrófico típico, se caracteriza ser raso com uma seqüência de horizontes A/R, textura média, relevo forte ondulado e substrato basalto (Streck et al. 2002). Os teores de matéria orgânica são médios, o fósforo disponível é baixo e o pH é fortemente ácido e baixa saturação por bases.

Para a realização das coletas, foram instaladas oito parcelas de 4 m x 5 m totalizando uma área amostral de 20 m² por parcela, onde procedeu-se a coleta de todo material lenhoso acumulado sobre o solo, sendo este material coletado enquadrado em três classes diamétricas, com o auxílio de um gabarito diamétrico, onde se estabeleceu as seguintes classes: Material lenhoso < 3cm, material lenhoso com diâmetros de 3 a 9 cm e Material lenhoso com diâmetro > 9cm. Após coletado o material na parcela foram tomadas sub-amostras de cada classe diamétrica, pesadas com balança de precisão (0,01g) para aferição de seu peso úmido e devidamente embaladas e identificadas e encaminhadas para o Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da UFSM. Na Figura 2, pode-se observar a coleta de material na Floresta.

As amostras foram acondicionadas em embalagens de papel e postas a secar em estufa de circulação e renovação de ar a 75°C por 72 horas, pesadas para obtenção da massa seca e moídas em moinho tipo Wiley, e posteriormente analisadas quimicamente segundo a metodologia de Tedesco et al. (1995), para a determinação dos teores de C e N.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acúmulo de Material Lenhoso sobre o solo

Com base na Tabela 1, verifica-se que o acúmulo de material lenhoso total foi 16,21 Mg ha⁻¹, onde a fração de galhos finos representou 58,7%, galhos grossos 23,2% e galhos muito grossos e troncos apenas 18,1% do material total acumulado.

TABELA 1: Material lenhoso acumulado sobre o solo em um Fragmento de Floresta Estacional Decidual no município de Itaára, RS

Classe Diamétrica (cm)	Material Lenhoso Acumulado (Mg ha ⁻¹)
< 3	9,51 (58,7%)
3 - 9	3,76 (23,2%)
> 9	2,94 (18,1%)
Total	16,21

O menor valor de acúmulo de material lenhoso foi para a classe de galhos muito grossos e troncos (> 9 cm), apenas 2,91 Mg ha⁻¹, este fato deve-se segundo Brun et al (2002), a ausência de comportamento sazonal relacionado a maior persistência dos galhos de maiores dimensões na copa após sua senescência, os quais caem ao solo devido a fatores eventuais, como ventos de maior velocidade ou até mesmo por fatores bióticos, como a atividade da fauna. Isto é endossado pelo fato de serem encontrados, nas coletas mensais, galhos já em estágio de decomposição, e que ainda se encontravam presos às copas das árvores.

O acúmulo de galhos grossos (3 – 9 cm) foi superior ao encontrado pelos autores citados acima, pois os mesmos estudando uma Floresta Estacional Decidual no município de Santa Tereza, RS encontraram um valor de galhos grossos acumulados sobre o solo de 3,18 Mg ha⁻¹, sendo que este maior acúmulo em relação ao trabalho de Brun et al (2002), devido o grau de perturbação antrópica da floresta estudada ser mais elevado, a ocorrência de severos fenômenos climáticos (vendavais) em períodos anteriores a coleta e principalmente por fatores bióticos (ataque de serradores) influenciáveis sobre a deposição do material sobre o solo.

A fração galhos finos apresentou o maior percentual, 58,7% (9,51 Mg ha⁻¹) de representatividade no material lenhoso total acumulado sobre o solo, a principal implicação da contribuição desta classe dentro do total acumulado na ciclagem de nutrientes e na auto-sustentabilidade do fragmento seria uma liberação mais rápida de nutrientes em relação as demais classes, como por exemplo N e principalmente P, que se encontram em teores baixos no sítio, como é típico em nas áreas que ocorrem Neossolos distróficos típicos, como é caso da área de estudo.

C e N contido no Material Lenhoso em uma Floresta Estacional Decidual

Na Tabela 2 encontram-se os teores de nitrogênio (N) e carbono (C) e suas respectivas relações nas diferentes classes diamétricas do material lenhoso acumulado sobre o solo.

TABELA 2: Teores de nitrogênio, carbono e relação C/N nas três diferentes classes diamétricas de material lenhoso acumulado sobre o solo em um fragmento de Floresta Estacional Decidual, Itaára – RS.

Classe Diamétrica (cm)	N (g kg ⁻¹)	C (g kg ⁻¹)	C/N
< 3	7,20 a*	408,30 a*	56,68
3 - 9	4,41 b	413,69 a	93,75
> 9	3,34 b	366,44 a	109,80
Total	4,98	396,14	79,47

* Variáveis seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan a um nível de significância de 99%.

Com base na Tabela 2, observa-se que o maior teor (7,2 g kg⁻¹) de N encontra-se no material acumulado pertencente a classe diamétrica que 3 cm, ditos galhos finos, sendo que esta classe por sua vez apresenta menor relação C/N, quando comparada as demais classes, e como anteriormente ressaltado uma rápida decomposição e liberação de nutrientes. Portanto pela liberação mais rápida de nitrogênio ao solo via decomposição dos galhos finos pode-se observar que ocorra no ecossistema disponibilização bastante rápida, ou mais retardada em função da fixação simbiótica que ocorre entre bactérias e espécies leguminosas, destacando-se as pertencentes à subfamília Cesalpinoideae e Papilionoideae compostas por árvores e arbustos e a Mimosoideae que inclui ainda as trepadeiras lenhosas (Freire, 1992). A fixação assimbiótica envolve bactérias de vida livre que possuem grande importância ecológica, pois

influenciam na manutenção do nitrogênio do solo em ecossistemas naturais (Ruschel et al., 1992). Após a morte das bactérias e plantas, o material orgânico será decomposto e o nitrogênio contido poderá ficar disponível para outros organismos, e assim sucessivamente.

Quanto ao C o maior teor (413,69 g kg⁻¹) foi encontrado na classe de material lenhoso 3 – 9 cm de diâmetro (galhos grossos), sendo que no total de material acumulado sobre o solo o teor de carbono (396,14 g kg⁻¹) se compara com uma floresta de *Pinus taeda* em final de rotação, como a estudada por König (2004), em Camará do Sul que apresenta um teor 392,9 g kg⁻¹ de carbono orgânico na fração galhos da serapilheira acumulada sobre o solo.

A importância da concentração acentuada de carbono orgânico no material lenhoso acumulado sobre o solo em ecossistemas florestais, é a garantia de uma liberação mais lenta do elemento ao solo que nas demais frações da serapilheira, pois a referida fração apresenta uma elevada concentração de materiais estruturais como lignina em seus tecidos constituintes, o que ocasiona uma maior resistência e tempo para sua total decomposição. Na Tabela 3 são apresentadas as quantidades médias de C e N contidas nas diferentes classes diamétricas constituintes do material lenhoso acumulado sobre o solo.

TABELA 3: Quantidades médias de C e N contidas nas diferentes classes diamétricas constituintes do material lenhoso acumulado sobre o solo em um Fragmento de Floresta Estacional Decidual no município de Itaára, RS.

Classe Diamétrica (cm)	N (Kg ha ⁻¹)	C (Kg ha ⁻¹)
< 3	68,53 (72,2%)	3.884,39 (59,6%)
3 - 9	16,61 (17,5%)	1.556,90 (23,9%)
> 9	9,80 (10,3%)	1.076,12 (16,5%)
Total	94,94	6.517,42

Com base na Tabela 2, pode-se observar que a maior quantidade de C e N encontra-se na fração de galhos ditos finos (< 3 cm), seguidos dos galhos grossos (3-9 cm) sendo a menor quantidade encontrada nos galhos muito grossos e troncos. A quantidade total acumulada pelo material lenhoso total foi de 94,94 Kg ha⁻¹ para N e 6.517,42 Kg ha⁻¹ de C.

Comparando-se os dados fração galhos grossos do presente estudo quanto às quantidades de N encontradas por Brun et al (2002) em uma Floresta Estacional Decidual, também em estágio sucessional secundário. Observa-se que a floresta estudada apresenta uma quantidade N estocada nesta fração superiores aos encontrados em ecossistemas nativos já estudados, pois os autores relatam um valor encontrado na fração de apenas 5,86 Kg ha⁻¹.

Nas quantidades de carbono o presente estudo, assim como para o elemento N apresenta valores elevados quando comparados a outros estudos, por exemplo König (2004) relata que para uma rotação de pinus o valor médio acumulado de C nos galhos é de 1.600 Kg ha⁻¹, sendo que para o gênero pinus o acúmulo de C no material lenhoso seja favorecido, pois é comportamento fisiológico típico do gênero a ocorrência da desrama que geram consideráveis montantes de material lenhoso depositado sobre o solo.

Diante dos resultados expostos acima a implicação ecológica e silvicultural mais relevante a Fragmento Florestal estudado seria quanto à questão de supressão da cobertura florestal para o desenvolvimento da atividade de agricultura migratória, por exemplo, prática comum realizada nas pequenas propriedades na Região Central do Rio Grande do Sul, onde os produtores rurais desmatam e queimam extensões de Floresta Estacional Decidual para agricultura, pois se na área fosse realizado tal prática, cerca de 68,53 Kg ha⁻¹ (72,2%) do N acumulado no material lenhoso acumulado sobre o solo seria perdido na combustão de forma volatilizada ou posteriormente lixiviados para fora do sítio, de mesma forma o C, pois com a adoção da prática 3.884,39 Kg ha⁻¹ (59,6%) seria liberado para a atmosfera, contribuindo para o aumento da concentração de CO₂ e agravamento do efeito estufa.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

O acúmulo de material lenhoso sobre o solo apresenta significativa contribuição para o aporte de matéria orgânica ao solo, atingindo 16,2 Mg ha⁻¹.

A contribuição dos galhos mais finos foi mais significativa, atingindo 58,7% do total. A fração intermediária e a de material de maior diâmetro apresentou deposições semelhantes entre si.

Os teores de N foram superiores nos galhos mais finos, apesar de uma concentração intermediária de C nos mesmos, refletindo em uma relação C/N menor, porém ainda alta para que ocorra uma rápida decomposição do material.

Os galhos mais grossos e troncos apresentaram os menores teores de C e N e uma relação C/N alta, refletindo o lento grau de decomposição esperado, por serem materiais mais lignificados.

Os galhos, em virtude de sua relativamente alta relação C/N, representam uma fonte significativa de nutrientes de liberação lenta para o solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas.** Rio de Janeiro, 1997. 166 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997.

- BARBOSA, J. H. C. **Dinâmica da serapilheira em estágios sucessionais de Floresta Atlântica (Reserva Biológica de Poço das Antas – RJ)**. Rio de Janeiro, 1999. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1999.
- BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M.V.; VACCARO, S. Ciclagem de nutrientes via deposição de Galhos Grossos em três Fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual no RS. In: 2º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 2002, Viçosa, 2º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL. Anais... Viçosa, MG, p. 424 - 445. 2002.
- FREIRE, J.R.J. Fixação de Nitrogênio pela Simbiose Rizóbio/Leguminosas. In: **Microbiologia do Solo**. E. J. B. N. Cardoso, S. M. Tsai and M. C. P. Neves. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: 297-318, 1992.
- GOLLEY, F. B.; **Ciclagem de minerais em um ecossistema de Floresta Tropical Úmida**. Tradução de Eurípedes Malavolta - São Paulo: EPU. Editora da USP, 1978. 256 p.
- KÖNIG, F. G. **Carbono Orgânico no solo e serapilheira ao longo de uma rotação de *Pinus taeda* L., no Município de Cambará do Sul, RS**. 2004, 75 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – UFSM, Santa Maria- RS, 2004.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Paulo: EPU, 1996. 311 p.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G. N.; DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais na Mata Mesófila Secundária – São Paulo. III – Decomposição do material foliar e liberação dos nutrientes minerais. **Bol. Botânica**. Universidade de São Paulo, v. 8, p. 7-20, 1980.
- MARTIUNS, C.; BANDEIRA, A. G. Wood litter stocks in tropical moist Forest in Central Amazônia. **Ecotropica**, v. 4, p. 115-118, 1998.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73 p.
- NEVES, M.C.P. Como os Microrganismos do solo obtêm energia e nutrientes. **Microbiologia do Solo**. E. J. B. N. CARDOSO, S. M. and M. C. P. NEVES. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: 297-318, 1992.
- RUSCHEL, A.P. & PONTES, M.C.F. Fixação Biológica de Nitrogênio por Microrganismos Assimbióticos. In: **Microbiologia do Solo**. E. J. B. N. Cardoso, S. M. and M. C. P. Neves. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: 297-318, 1992.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Editora da UFRGS. Porto Alegre, RS, 2002. 107 p.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS. (Boletim Técnico). 1995. 118 p.
- VICTORIA, L.R.; PICCOLO, M.C.; VARGAS, A.A.T. O Ciclo do Nitrogênio. In: **Microbiologia do Solo**. E. J. B. N. CARDOSO, S. M. and M. C. P. NEVES. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: 297-318, 1992.

POTENCIAL DO MANEJO DE ÁRVORES CAÍDAS NATURALMENTE NA RESERVA EXTRATIVISTA CHICO MENDES, ACRE.

THE POTENTIAL FOR MANAGEMENT OF NATURALLY FALLEN TREES IN THE CHICO MENDES EXTRACTION RESERVE, STATE OF ACRE.

Luciana Rôla¹ Andréa Alechandre² Arthur Leite³ Alfredo Fantini⁴

RESUMO

O manejo de árvores caídas naturalmente (por ação de ventos, raios, erosão, ou facilitada pela topografia) pode ser realizado sem a utilização de equipamentos pesados, tornando-se uma alternativa econômica que causa pouco impacto à floresta. O objetivo principal deste trabalho é avaliar o potencial do manejo de madeiras caídas, incluindo formas de utilização e técnicas de manejo nas comunidades do seringal Palmari da Reserva Extrativista Chico Mendes. Para a realização deste trabalho foi feito, em conjunto com os proprietários de quatro colocações, o inventário florestal de todas as árvores caídas (mapeamento e medição, com o auxílio de GPS, trena e tabela de campo). Os dados foram sistematizados em planilhas eletrônicas, para servir de base para o planejamento das trilhas de arraste, utilização de equipamentos, técnicas de beneficiamento (prancha ou blocos) e indicações de uso das árvores de forma a proporcionar redução dos impactos à floresta e aumentar o rendimento durante todas as fases do manejo. Foram inventariados 74 indivíduos distribuídos em 27 morfotipos, o que resultou no volume de 593 m³ de madeira em tora, que depois de beneficiada deve produzir um volume de 226 m³. Das 27 espécies encontradas, 19 são utilizadas no mercado local e, destas, 53 indivíduos são consideradas madeiras duras, que perfazem um volume de 478 m³, ou 81 % do total encontrado. A madeira pode ser beneficiada em forma de pranchas ou blocos, o que não requer grandes investimentos em equipamento, sendo necessário somente o uso de motosserra e seus insumos. Dada a baixa escala de produção desta madeira, a agregação de valor ao produto é quase uma necessidade. Uma alternativa para atingir este objetivo é o seu fornecimento para a fabricação de móveis finos ou objetos de decoração, destinados a um público seletivo, disposto a pagar maiores preços por um produto com alto apelo ambiental. Na região de Xapuri-AC, a matéria-prima de projetos de manejo dessa natureza atinge preços de até R\$400,00 por metro cúbico, o que demonstra o potencial da exploração das madeiras caídas para a geração de renda para as populações locais.

Palavras-chave: reserva extrativista, árvore caída, madeira, manejo.

ABSTRACT

The management of naturally fallen trees (caused by wind, lightning, erosion, or facilitated by topographic conditions) can be accomplished without the use of heavy equipment. Such management is an economically attractive use for this forest resource while it causes very low damage to the ecosystem. The purpose of this paper is to assess the potential for management of fallen trees, including possible uses and techniques for their exploitation, in the communities of Palmari rubber tree forest, in the Chico Mendes Extraction Reserve. With the aid of local people, all fallen trees in the community areas were located and mapped with GPS and had the volume measured. The data were systemized to serve as a basis for planning skidding trails location, equipment utilization and for improving the techniques for sawing logs into planks, and for planning the best use of wood, all to reduce impact on ecosystem and to aggregate value to the product. A total of 74 fallen trees, distributed in 27 morphotypes, were registered, correspondent to a volume of 593m³ of logs, which is expected to produce 226 m³ of sawn wood. Nineteen out of the 27 species found are commercialized in the local market. Within these species, 53 individuals are hard wood trees, and will produce a volume of 478 m³ or 81 % of the total volume. The management plan includes the cutting of the wood into planks within the forest by using a chainsaw. Due to the small scale of the whole operation, aggregating more value to the product locally is almost a requirement if the activity is to become economically attractive. One way of doing this is to supply the wood for the production of fine furniture oriented to a market where people are willing to pay higher prices for products with an environmental appeal. In Xapuri, Acre, a cubic meter of the raw material produce from management projects like the one presented here is sold by US\$ 130,00, which suggests the high potential of marketing wood from fallen trees to increase local people's income.

Key words: extraction reserve, fallen tree, wood, management.

¹ Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Acre, E-mail: Luciana_rola@hotmail.com, Rio Branco – Acre.

² M. Sc. em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, prof^o do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Acre, E-mail: andreaalechandre@bol.com.br, Rio Branco – Acre.

³ M. Sc. em Agroecossistemas, pela Universidade Federal de Santa Catarina, E-mail: apcleite@yahoo.com.br Rio Branco - Acre

⁴ Dr. em Ciências Florestais, prof. do Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais – UFSC, E-mail: afantini@cca.ufsc.br, Florianópolis – Santa Catarina.

INTRODUÇÃO

A madeira é um recurso natural que desde o início da civilização é utilizada para o benefício da vida do homem, porém hoje concorre com outros produtos da indústria como o aço, o alumínio, o plástico e mesmo o concreto. Estes recursos, além de não serem renováveis, causam grandes danos ao meio ambiente, pela grande demanda de energia para a sua conversão em um produto acabado. Por outro lado, a madeira manejada adequadamente torna-se um recurso renovável, além de ter uma grande demanda no mercado interno e externo por suas características e propriedades tais como: aparência, resistência mecânica, facilidade do uso, baixa condutividade térmica e baixa demanda de energia para sua conversão em um produto beneficiado.

O local de estudo é a Reserva Extrativista Chico Mendes, onde atualmente vivem 1.7000 famílias com aproximadamente 9.000 pessoas, que ocupam uma área 970.570 ha, e segundo Leite (2004) estas famílias tem como fonte de renda os produtos extrativistas a borracha, a castanha e a copaíba.

Para suprir a demanda do mercado por madeira oriunda de um manejo sustentável, onde atualmente pesquisadores buscam alternativas que causem menor impacto à floresta, um exemplo é o manejo florestal madeireiro de impacto reduzido, onde o uso deste busca causar menor danos ao meio ambiente. O manejo de árvores já caídas por causas naturais tais como o vento, raios e erosão pode ser considerado de baixo impacto, considerando que a queda da árvore já aconteceu anteriormente, e que o beneficiamento da tora em pranchas e blocos poderá ser feito ainda dentro da floresta, e ainda, que a sua remoção usará de tração animal. Este conjunto de medidas implicará em menor impacto ao ecossistema que o manejo convencional.

As novas tendências do mercado consumidor de madeira apontam para o fortalecimento de um segmento que demanda produtos oriundos de um manejo florestal ecologicamente correto. Segundo esta tendência, comunidades ou empresas que adotem este tipo de manejo deverão ter maiores facilidades de comercialização de seus produtos. Nas comunidades, esta madeira também pode ter um grande papel social, quando utilizada na construção de moradias mais adequadas que as atuais, com reflexos diretos na melhoria da qualidade de vida da população envolvida.

Do ponto de vista da conservação do ecossistema, o manejo florestal para aproveitamento de árvores caídas pela ação de fatores do meio físico também é desejável, pois causa baixo impacto sobre a fauna e a flora, principalmente quando comparado com o manejo convencional, já que as etapas de derrubada, abertura de pátios e estradas de arraste e o transporte com equipamentos pesados que causam grandes impactos à floresta não são necessário.

O volume de madeira disponível para este tipo de aproveitamento, entretanto, pode ser baixo. Segundo Arruda e Silveira (2004), na Fazenda Experimental Catuaba (FEC) da Universidade Federal do Acre (UFAC), em Rio Branco-Acre, a taxa de queda natural anual de árvores com DAP > 10 cm é de 2,1 árvores por hectare. Os dados ainda apontam para uma baixa produtividade anual de matéria-prima, que deve ser compensado com a agregação de valor na madeira com o seu beneficiamento local. A baixa produtividade de matéria-prima, entretanto, deve-se ressaltar, está bem de acordo com a proposta de uso múltiplo da floresta, preconizado como modelo de manejo para a RESEX.

O manejo florestal madeireiro ainda não é permitido dentro da RESEX Chico Mendes, porém há uma grande pressão para uma mudança do plano de utilização da reserva, pois a madeira é um produto escasso na região (Figura 1). Uma questão importante para a discussão é o destino dessa madeira, que pode ser comercializada ou utilizada pela comunidade da reserva na construção de casas, barcos, móveis e instrumentos de trabalho (Brasília, 1995)

MATERIAL E MÉTODO

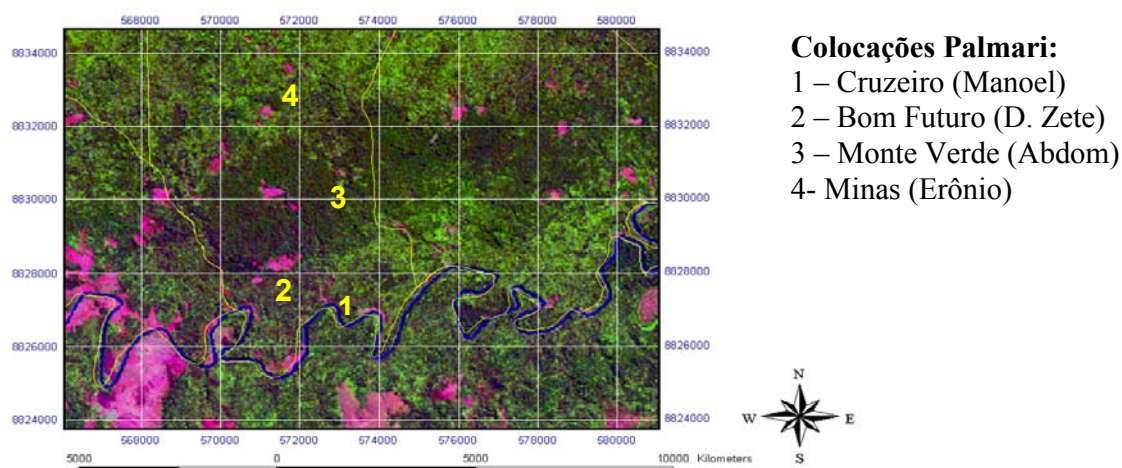
O trabalho de campo foi auxiliado pelos proprietários Abdon Barros de Lima, Eronio Nunes Pereira da Silva, José Mesquita de Souza e Manuel de Assis Nogueira de cada colocação (Monte Verde, Minas, Bom Futuro e Cruzeiro). Durante o inventário florestal, cada árvore caída foi localizada e a sua posição foi georeferenciada com o uso de aparelho de GPS, tomando-se as coordenadas geográficas em três pontos distintos. Posteriormente, foram calculadas as medianas desses pontos como coordenadas finais da localização da árvore.

De cada tora foram medidos os diâmetros e o comprimento comercial, além de anotados o seu estado fitossanitário e o tipo de floresta no local. Posteriormente, foram calculados o volume e a área basal correspondentes. Para o cálculo do volume foi utilizada a fórmula de Huber ($V=0,785 \times D_{med}^2 \times H$, onde V =volume; D_{med} =diâmetro médio; H =altura). O rendimento de volume de madeira beneficiada foi estimado como sendo igual a 38,2% do volume total de toras (Lentini, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área correspondente ao inventário somou 2.200 hectares, que têm um volume total de madeira em toras caídas a serem aproveitadas de 593 m³ (Tabela 1). A produtividade por hectare, como pode ser observado, é baixa, como esperado. Utilizando-se a taxa de rendimento estimada por Veríssimo *et al.* (2003), após o beneficiamento o volume esperado de madeira para comercialização seria de 226 metros cúbicos.

Foram encontradas 74 árvores, pertencentes a 27 morfo-espécies (Tabela 2). Quarenta e três por cento das árvores são de castanheira (*Bertholletia excelsa*), que perfazem 65% do volume total de madeira, que compõe cerca de 68% do valor total da madeira disponível. Esse resultado indica que um projeto de manejo desta matéria-prima implicará em medidas para contornar as restrições à comercialização da madeira desta espécie.



Colocações Palmari:
 1 – Cruzeiro (Manoel)
 2 – Bom Futuro (D. Zete)
 3 – Monte Verde (Abdom)
 4- Minas (Erônio)

FIGURA 1. Área das colocações estudadas no seringal Palmari.

TABELA 1. Volume total (sem beneficiamento) de madeira caída, por hectare.

Colocação	Área* (ha)	Volume (m³)	Volume/hectare (m³/ha)
Cruzeiro	400	58	0,1
Monte Verde	500	222	0,4
Bom Futuro	700	235	0,3
Minas	600	78	0,1
Total	2200	593	0,3

* Considerando que uma estrada de seringa tem, em média, 100 hectares

O valor total da matéria-prima disponível nos 2.200 hectares da área do estudo soma R\$16.903,00, ou seja, uma média aproximada de R\$4.225,00 por colocação (Tabela 2). Ainda que seja em termos de valor bruto, esse valor pode ser considerado significativo como ingresso de renda em dinheiro para os seringueiros.

Entretanto, os preços da matéria-prima entre R\$15,00 e R\$40,00 usados nos nossos cálculos são os praticados no mercado de madeira produzida convencionalmente. O preço de mercado para madeira certificada poderão alcançar valores muitas vezes superiores a estes. Um projeto de manejo florestal em pequena escala na mesma região tem conseguido vender a madeira por preços entre R\$350,00 e R\$400,00. Esses valores sugerem um potencial de renda médio para os seringueiros da área do estudo de até R\$59.000,00. É bem verdade que o mercado consumidor desta matéria-prima fabrica produtos destinados a um público seletivo, disposto a pagar preços relativamente altos por produtos com um forte apelo ambiental como aquele característico do manejo florestal comunitário em pequena escala. Trata-se, portanto, de um mercado ainda bastante restrito. Entretanto, acreditamos que esforços na direção da conquista de mercados com mesmo perfil em outra região seja plenamente possível.

CONCLUSÃO

O volume de madeira de árvores caídas naturalmente na área do estudo não é desprezível e pode tornar-se um componente significativo da renda das populações locais. A sua exploração sem o uso de equipamentos pesados requer apenas modestos investimentos e implicaria em aumento muito pequeno no impacto sobre o ecossistema além daquele já provocado pela queda da árvore. A soma desses dois aspectos pode resultar significativa no desejo das comunidades em manter a floresta em pé.

Entretanto, dada a baixa escala de produção desta madeira, a agregação de valor ao produto é quase uma necessidade. Deve ser então um objetivo dos manejadores de projetos desta natureza a busca de mercados alternativos, que valorizem a matéria-prima produzida dentro de conceitos novos de relações homem-meio.

3º Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal

TABELA 2. Número de árvores, volume de madeira, classe comercial e valor da madeira por espécie, disponível nas quatro colocações estudadas.

Nome vulgar	Quantidade	Volume	Classe comercial*	Valor (R\$)	
				Por m ³ **	Total
Angelim	1	4,1	2	30,00	123,00
Angelim Branco	1	8,8	2	30,00	263,00
Apuí	1	87,5	3	15,00	113,00
Balsamo	1	3,3	2	30,00	98,00
Breu maxixeiro	3	2,1	2	30,00	64,00
Castanheira	32	384,4	2	30,00	11.531,00
Catuaba	1	4,9	3	15,00	73,00
Cedro	1	3,0	1	40,00	118,00
Cerejeira	1	1,8	1	40,00	70,00
Copaíba	1	8,0	3	15,00	120,00
Copinho	3	5,5	3	15,00	82,00
Cumarú Cetim	2	6,4	2	30,00	193,00
Cumarú Ferro	6	51,0	2	30,00	1.530,00
Farinha seca	1	0,6	2	30,00	19,00
Faveiro (Canafista)	1	3,0	2	30,00	91,00
Imbiriba	1	8,7	3	15,00	130,00
Jatobá	3	28,0	3	15,00	420,00
Louro bosta	1	3,1	3	15,00	47,00
Maçaranduba	1	6,7	2	30,00	201,00
Matamata	1	2,1	3	15,00	32,00
Mogno	2	22,5	1	40,00	898,00
Não identificada	3	11,5	4	30,00***	344,00
Pau d'arco	1	0,8	2	30,00	24,00
Pau d'arco amarelo	2	6,1	2	30,00	184,00
Pereiro	1	2,9	3	15,00	44,00
Pintadinho	1	0,4	2	30,00	13,00
Tauari	1	5,1	3	15,00	77,00
Total	74	592			16.903,00

* Classificação da madeira para o comércio em Rio Branco-Acre, onde 1=Nobre, 2=Dura, 3=Branca e 4=Não Identificada.

** Valor do metro cúbico da madeira em tora nas serrarias de Rio Branco-Acre para cada classe comercial.

*** As árvores mapeadas como espécies não identificadas foram indicadas pelos proprietários das colocações como sendo duras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, L. S.; SILVEIRA, M. Efeitos do Incremento Diamétrico, Recrutamento e da Taxa de Mortalidade Arbórea sobre as Estimativas de Biomassa no Estado do Acre. In: Seminário de Iniciação Científica, 13; Amostra de Pós-Graduação, 3. Rio Branco: 2004. No prelo.

BARRETO, P.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; UHL, C. **Custos e Benefícios do Manejo Florestal para Produção de Madeira na Amazônia Oriental**. Belém: IMAZON, 1998, p. 23.

CAMPOS, J. C. C.; Leite, H. G. **Mensuração Florestal: perguntas e respostas**. Viçosa: UFV, 2002, pp. 75-78.

LEITE, A. C. P. **Neoextrativismo e Desenvolvimento no Estado do Acre: O Caso do Manejo Comunitário do Óleo de Copaíba na Reserva Extrativista Chico Medes**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 2004, 121 p.

LENTINI, M.; VERISSÍMO, A.; SOBRAL, L. **Fatos Florestas da Amazônia 2003**. Belém: IMAZON, 2003, p. 31.

Plano de Utilização da Reserva Extrativista Chico Mendes – Acre: Projeto para as Reservas Extrativistas. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: 1995, 24 p.

EFEITOS DOS IMPACTOS ANTRÓPICOS NA VEGETAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS –
ESTUDO DE CASO

HUMAN IMPACT EFFECTS IN WATERSHEDS – STUDING A CASE

Cibele Rosa Gracioli¹ José Sales Mariano da Rocha²

RESUMO

A vegetação das microbacias, sobretudo, as matas ciliares são as florestas que estão presentes nas margens de rios, córregos, lagos e lagoas (reservatórios), cumprindo um papel de suma importância na proteção das mesmas, sendo sistemas sensíveis à ação predatória, necessitando muitas vezes de técnicas avançadas para recuperação do solo, além da reposição obrigatória prevista em lei. As deteriorações dos grandes ecossistemas são extremamente preocupantes e as dos pequenos ecossistemas já ultrapassaram, em muito, o limite crítico de 10% de deterioração aceitável pelas organizações mundiais. Este estudo, realizado na micro-bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-mirim – Barragem do Departamento Nacional de Obras Sanitárias (DNOS), Santa Maria, RS teve como objetivo avaliar a o nível de deterioração da vegetação arbórea nativa do local com o uso da Matriz de Leopold-Rocha, bem como apresentar medidas mitigadoras e compensatórias cabíveis, visando a recuperação ambiental deste ecossistema bastante prejudicado pela ação antrópica. A significância dos impactos negativos foi conseguida através do modelo matemático $y = 1,12346 x - 11,1105$, levando-se em consideração os cruzamentos entre os Fatores Ambientais (Características físicas da terra, da água etc.) com as Ações Propostas (Modificações do regime, transformação do território etc.). A equação foi a mesma para todos os Fatores Ambientais, uma vez que foram possíveis cruzamentos com todas as Ações Propostas. A magnitude das ações propostas sobre as condições biológicas da flora foi de 23%, enquanto que a importância foi de 54%. As médias para magnitude e importância foram, respectivamente 3 e 4. Os valores das deteriorações ambientais, considerando os grupos de cruzamentos individuais, foram todos superiores ao mínimo tolerável (10%), significando que o empreendimento necessita de rigorosas medidas mitigadoras e compensatórias em relação as matas ciliares e a vegetação em geral.

Palavras-chave: Matas ciliares, microbacia, Matriz de Leopold, impactos antrópicos.

ABSTRACT

The watershed vegetation, above all, the ciliary forests are the most presented in the margins of rivers, streams, lakes and ponds (reservoirs), accomplishing a important paper in their protection, being sensitive systems to the predatory action, needing advanced techniques for recovery of the soil, besides the obligatory replacement foreseen in law. The deteriorations of the great ecosystems are extremely preoccupying and the one of the small ecosystems already passed the critical limit of 10% of acceptable deterioration for the world organizations. This study had been done in the micro basin of Vacacaí-mirim river - National Department of Sanitary Works Dam, Santa Maria, RS with the objective to evaluate the deterioration level of the native arboreal vegetation using the Leopold-Rocha Interaction data matrix, as well as to present reliever and compensatory measures reasonable, seeking the environmental recovery of this quite prejudiced ecosystem by the human action. The significance of the negative impacts was gotten through the mathematical model $y = 1,12346 x - 11,1105$, being taken into accounts the crossings among the environmental factors (earth and water physical characteristics, etc.) with the proposed actions (Regime Modifications, territory transformation, etc.). The equation had been the same for all the environmental factors, once they were possible crossings with all of the actions proposed. The magnitude of the actions proposed about the biological conditions of the flora had been 23%, while the importance had been 54%. The averages for magnitude and importance were, respectively 3 and 4. The environmental deteriorations values, considering the groups of individual crossings, they had been all superiors to the tolerable minimum (10%), meaning that the enterprise needs rigorous reliever and compensatory measures in relationship the ciliary forests and the vegetation in general.

Key words: Ciliary forests, watershed, Leopold Interaction data matrix, human impacts.

INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas como um todo, são palcos de deteriorações ambientais, e seu Manejo integrado é o único caminho a ser seguido em uma proposta de recuperação ambiental, na tentativa de restabelecer o equilíbrio dos ecossistemas e das relações sincológicas. A vegetação das micro-bacias, sobretudo, as matas ripárias ou matas ciliares são as florestas que estão presentes nas margens de rios, córregos, lagos e lagoas (reservatórios), cumprindo um papel

¹ Eng. Florestal, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: cibelegracioli@yahoo.com

² Eng. Florestal, Prof. Dr. Departamento de Engenharia Rural, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: jsmrocha@terra.com.br

de suma importância na proteção das mesmas, sendo sistemas sensíveis à ação predatória, necessitando muitas vezes de técnicas avançadas para recuperação do solo, além da reposição obrigatória prevista em lei. As deteriorações dos grandes ecossistemas são extremamente preocupantes e as dos pequenos ecossistemas já ultrapassaram, em muito, o limite crítico de 10% de deterioração aceitável pelas organizações mundiais.

A deterioração do ambiente cada vez mais evidente em áreas rurais e urbanas como consequência do próprio desenvolvimento da sociedade pode vir a fazer com que pesquisas com a aplicação da matriz de Leopold-Rocha (Rocha et al., 2002), bem como sua quantificação, ganhe cada vez mais seu espaço na sociedade em geral, como meio mais eficaz de se obter informações a respeito da poluição como um todo. Além disso, pode não existir outra maneira de se controlar os níveis de poluição dos rios e demais recursos hídricos, sobretudo ao mau uso do solo, no que acarreta no assoreamento dos mananciais de água.

De acordo com Rocha (1997) “O trabalho de diagnosticar situações apresentadas nas micro-bacias visam na maior parte, o planejamento e uso, conservação e recuperação do solo através de técnicas condizentes, procurando evitar o desequilíbrio, como a ocorrência de enchentes, erosões, entre outros”, pois os diagnósticos levantam a ocorrência de problemas de uma bacia, analisando conflitos existentes, indicando possíveis soluções nos níveis apresentados, visando integrar as conclusões e recomendações das normas técnicas cabíveis para a recuperação do ambiente (terra, vegetação, agricultura, pecuária, água solo, animais e o homem) até então prognosticadas.

Em estudos de avaliação de impactos em ecossistemas naturais, a vegetação é um dos indicadores mais importantes de deterioração ambiental, pois neste caso, atua como proteção (faixa de 100m de vegetação ao longo do reservatório), o qual é responsável por 40% do abastecimento de água tratada de Santa Maria. Outro fator importante a considerar é que este mesmo local anteriormente apresentava vegetação arbórea nativa da região, principalmente em encostas e topos de morros, tornando-a uma área de preservação permanente (APP), situação que não se apresenta nos dias atuais devido a deterioração sofrida.

Este estudo, realizado na micro-bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-mirim – Barragem do Departamento Nacional de Obras Sanitárias (DNOS), Santa Maria, RS teve como objetivo avaliar a o nível de deterioração da vegetação arbórea nativa do local com o uso da Matriz de Leopold-Rocha, bem como apresentar medidas mitigadoras e compensatórias cabíveis, visando a recuperação ambiental deste ecossistema bastante prejudicado pela ação antrópica.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Bacia e Microbacia

Segundo Lima (1989), a bacia hidrográfica é um sistema geomorfológico aberto, que recebe energia através de agentes climáticos e perde através do deflúvio. A bacia hidrográfica como sistema aberto pode ser descrita em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão e desta forma, uma bacia mesmo quando não perturbada por ações antrópicas, encontra-se em equilíbrio dinâmico.

Segundo Rocha (1991), Bacia Hidrográfica é a área que drena as águas de chuvas por ravinas, canais tributários, para um curso principal, com vazão efluente convergindo para uma única saída e desaguardando diretamente no mar ou em um grande lago. As Bacias Hidrográficas não tem dimensões superficiais definidas. O conceito de microbacia é o mesmo de uma Bacia Hidrográfica, porém acrescido do enfoque de que o deságüe se dá também em outro rio, porém sua dimensão superficial é menor que 20.000 ha.

O conceito de microbacia é um tanto vago; primeiro, porque não há um limite de tamanho para a sua caracterização, e em segundo lugar, porque há que se fazer distinção entre dois critérios (Lima, 1989):

a) Do ponto de vista hidrológico as bacias hidrográficas são classificadas em grandes e pequenas não com base em sua superfície total, mas nos efeitos de certos fatores dominantes na geração do deflúvio. Define-se "microbacia" como sendo aquela cuja área é tão pequena que a sensibilidade a chuvas de alta intensidade e às diferenças de uso do solo não seja suprimida pelas características da rede de drenagem.

b) Do ponto de vista de programas e políticas de uso do solo de recente estabelecimento no país - os programas de manejo de micro-bacias: o critério de caracterização da microbacia, neste caso, é eminentemente político e administrativo.

Legislação

São consideradas de áreas de preservação permanente (APP), segundo a Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal), em seu art. 2º, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas (Governo Federal, 2001): ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

- 1 – de 30 m (trinta metros) para os cursos d'água de menos de 10m (dez metros) de largura;
 - 2 - de 50 m (cinquenta metros) para os cursos d'água de 10m (dez metros) a 50m (cinquenta metros) de largura;
 - 3 - de 100 m (cem metros) para os cursos d'água de 50m (cinquenta metros) a 200m (duzentos metros) de largura;
 - 4 - de 200 m (duzentos metros) para os cursos d'água de 200m (duzentos metros) a 600m (seiscentos metros) de largura;
 - 5 - de 500 m (duzentos metros) para os cursos d'água que tenham largura superior a 600m (seiscentos metros).
- ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “olhos-d'água”, qualquer que seja a situação topográfica, num raio mínimo de 50 m (cinquenta metros) de largura;

no topo de morros, montes, montanhas e serras;
nas encostas ou parte destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive.

Art. 3º - Considera-se ainda, de Preservação Permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

- a atenuar erosão das terras;
- a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico histórico;
- asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;
- a manter o ambiente necessário a vida das populações silvícolas;
- a assegurar condições de bem estar público.

Uso da Terra

A atualização do uso da terra e sua distribuição espacial são essenciais para o manejo eficiente dos recursos agrícolas e florestais. Os levantamentos de uso da terra são de grande importância, uma vez que o uso desordenado dos espaços resulta em deteriorações no ambiente (INPE, 1980).

Segundo Souza Cruz (1998): Topos de morros ou encostas: nestas áreas deve-se manter a cobertura florestal original, pois as mesmas são completamente inadequadas para uso agro-pastoril. Sem a cobertura vegetal estas áreas ficam sujeitas a processos erosivos, que determinam um impacto bastante severo no ambiente; Áreas de meia encosta: em função de apresentarem ainda declividade relativamente acentuada, a fragilidade destes terrenos é grande, devendo seu uso ser bastante criterioso. Quando estas áreas já foram desmatadas, o mais adequado é que sejam destinadas ao reflorestamento; Encosta com meia declividade: áreas mais próximas a porção plana do terreno, sendo possível uma utilização mais diversificada. Indicada para formação de pastagens ou pomares de frutíferas; Encostas suaves: solos que podem ser utilizados para as culturas anuais, mas necessitam de práticas de conservação do solo e de contenção de erosão; Áreas planas: solos profundos e férteis, associadas a topografia plana, preferência para culturas anuais, mas com práticas de conservação; Margens de cursos d'água: a água é um recurso valioso indispensável, portanto deve-se ter o máximo de cuidado com a sua conservação. A estratégia mais adequada para a conservação dos recursos hídricos é a manutenção de florestas em topos de morros, encostas e a utilização de todas as práticas que evitem o escoamento superficial e aumente a infiltração no solo. Para complementar, deve-se manter a floresta nas margens dos cursos d'água, desta maneira, preservando seus limites, evita-se o assoreamento e minimiza-se os riscos de contaminação, além de contribuir para a manutenção da fauna silvestre.

Vegetação e água

Quanto às matas ciliares, os seus valores do ponto de vista do interesse de diferentes setores de uso da terra são bastante conflitantes: para o pecuarista, representam obstáculo ao livre acesso do gado à água; para a produção florestal, representam sítios bastante produtivos, onde crescem árvores de alto valor comercial; em regiões de topografia acidentada, proporcionam as únicas alternativas para o traçado de estradas; para o abastecimento de água ou para a geração de energia, representam excelentes locais de armazenamento de água visando garantia de suprimento contínuo (Bren, 1993).

Do ponto de vista ecológico, as zonas ripárias têm sido consideradas como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal. Além das espécies tipicamente ripárias, nelas ocorrem também espécies típicas de terra firme, e as zonas ripárias, desta forma, são também consideradas como fontes importantes de sementes para o processo de regeneração natural (Gregory et al., 1992).

Tem sido demonstrado que a recuperação da vegetação ciliar contribui para com o aumento da capacidade de armazenamento da água na micro-bacia ao longo da zona ripária, o que contribui para o aumento da vazão na estação seca do ano (Elmore & Beschta, 1987). Esta verificação permite, talvez, concluir a respeito do reverso. Ou seja, a destruição da mata ciliar pode, a médio e longo prazos, pela degradação da zona ripária, diminuir a capacidade de armazenamento da microbacia, e conseqüentemente a vazão na estação seca.

A zona ripária desempenha sua função hidrológica através dos seguintes processos principais. (Gregory et al., 1992; Bren, 1993):

Geração do escoamento direto em microbacias

Quantidade de água: tem sido demonstrado que a recuperação da vegetação ciliar contribui para com o aumento da capacidade de armazenamento da água na microbacia ao longo da zona ripária, o que contribui para o aumento da vazão na estação seca do ano. Esta verificação permite, talvez, concluir a respeito do reverso. Ou seja, a destruição da mata ciliar pode, a médio e longo prazos, pela degradação da zona ripária, diminuir a capacidade de armazenamento da microbacia, e conseqüentemente a vazão na estação seca.

Qualidade da água: o efeito direto da mata ciliar na manutenção da qualidade da água que emana da microbacia tem sido demonstrado com mais facilidade em diversos experimentos. Esta função da zona ripária é, sem dúvida, de aplicação prática imediata para o manejo de micro-bacias.

Ciclagem de nutrientes: como já comentado, o efeito de filtragem de particulados e de nutrientes em solução proporcionado pela zona ripária confere, também, significativa estabilidade em termos do processo de ciclagem geoquímica de nutrientes pela microbacia.

Interação direta com o ecossistema aquático: existe uma interação funcional permanente entre a vegetação ripária, os processos geomórficos e hidráulicos do canal e a biota aquática. Esta interação decorre, em primeiro lugar, do papel desempenhado pelas raízes na estabilização das margens. A mata ciliar, por outro lado, abastece continuamente o rio com material orgânico e, inclusive, com galhos e, às vezes, até troncos caídos. Este material orgânico, para cumprir sua função como fonte nutricional para a biota aquática, deve ser retido. A rugosidade das margens proporcionada pela mata ciliar e pela queda destes galhos e troncos (resíduos grosseiros) favorece este processo de retenção, por obstruírem o fluxo d'água, criando zonas de turbulência e zonas de velocidade diminuída, conseqüentemente favorecendo o processo de deposição de partículas e sedimentos, e criando, também, micro habitats favoráveis para alguns organismos aquáticos. Um terceiro aspecto desta interação resulta da atenuação da radiação solar proporcionada pela mata ciliar, favorecendo o equilíbrio térmico da água e influenciando positivamente a produção primária do ecossistema lótico.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área

A área de estudo foi a micro-bacia hidrográfica com uma área de 3061,7 ha (Tabela 1), a montante da barragem do Vacacaí Mirim (DNOS) - Santa Maria - RS. Faz parte da bacia hidrográfica do Guaíba, a maior bacia hidrográfica do estado, que está situada entre as coordenadas geográficas 53° 46' 30" a 53° 49' 29" de longitude Oeste e 29° 36' 55" a 29° 39' 50" de latitudes Sul, abrangendo uma área total de 3.061,61 ha.

Os solos do município caracterizam-se por serem muito diversificados, predominando, de uma forma geral, os Podzólico Vermelho-Amarelo Álico, Brunizem Hidromórficos, Litossolos, Planossolos e Latossolos.

De acordo com Moreno (1961), o clima específico do município de Santa Maria, de acordo com o sistema de classificação de Köppen, é o sub-tropical "Cfa", com temperatura média anual de 19,3°C; a média das temperaturas máximas do mês mais quente (janeiro) é de 31,5°C e do mês mais frio (julho) atinge os 9,3°C; a temperatura mínima absoluta é geralmente de 0°C, e a máxima absoluta é de 35°C. A precipitação média anual é superior a 1.500 mm, com uma frequência de 113 dias. Entretanto, esta região pode sofrer um déficit anual superior a 200 mm de precipitação. A umidade relativa do ar média anual é de 82%; os ventos predominantes são de leste e sudoeste, com frequência expressiva também para os ventos que sopram do quadrante norte. A região é periodicamente invadida por massas polares e frentes frias (frente polar atlântica), responsável pelas baixas temperaturas (inverno) e pela regularidade na distribuição das precipitações.

Segundo Bortoluzzi (1971), o município de Santa Maria é vegetado pelos campos limpos e pela floresta Sub-caducifolia sub-tropical. Os campos limpos constituem a pastagem natural, predominando em quase toda a depressão periférica do município. Ocorrem também na porção do Planalto. Em meio aos campos, é comum a presença de capões isolados de mata de pequeno e grande porte.

TABELA 1: Dados de uso do solo na área de influência da micro-bacia do Vacacaí-mirim, Santa Maria, RS (Dill, 2001).

Uso Do Solo	Área (Ha)	Área (%)
Área Urbana	86,82	2,6
Ocupação Florestal	1718,08	56
Ocupação Agrícola	281,68	9
Área de Pastagem	902,86	29,3
Barragem	67,9	2,2
Área das 2 Pedreiras	3,69	0,1
Vias de comunicação		
Estrada-de-ferro	5,04	0,2
Estrada Principal	5,42	0,2
Estrada Secundária	5,31	0,2
Caminhos	3,26	0,1
Linhas de Transmissão	5,07	0,2
TOTAL	3061,7	100

A escarpa da Serra geral é ocupada pela floresta sub-caducifolia sub-tropical, a qual constitui-se por dois extratos arbóreos distintos, um emergente e outro dominado. O extrato emergente apresenta árvores com altura variando entre 25 e 30 metros, constituindo-se pelo predomínio de espécies leguminosas caducifólias, dentre as quais se destacam *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. O extrato dominado, contínuo, é constituído por árvores cuja altura não ultrapassa os 20 metros, caracterizando-se por uma grande diversidade florística de espécies predominantemente perenifólias, com considerável ocorrência de lauráceas: *Ocotea puberula* Nees, *Patagonula americana* L., entre outras. Além dos dois extratos arbóreos referidos, verifica-se também a ocorrência de

extrato arbustivo, com alta frequência de indivíduos, principalmente os gêneros *Actinostemon*, *Sorocea*, *Trichilia*, entremeados pela intensa regeneração das espécies formadoras dos níveis arbóreos.

Desenvolvimento da Matriz de Leopold-Rocha

A metodologia para o presente estudo envolveu a execução e análise dos métodos mais amplamente aplicados na previsão e avaliação de impacto ambiental e a seleção da matriz mais apropriada em termos quantitativos, segundo Rocha et al. (2002), bem como os requisitos que atendam a legislação em vigor.

A matriz de Leopold et al (1971), consiste em descrever uma lista bidimensional (Figura 1) de prováveis impactos, sendo enumerados horizontalmente os fatores ambientais e verticalmente as ações propostas no projeto.

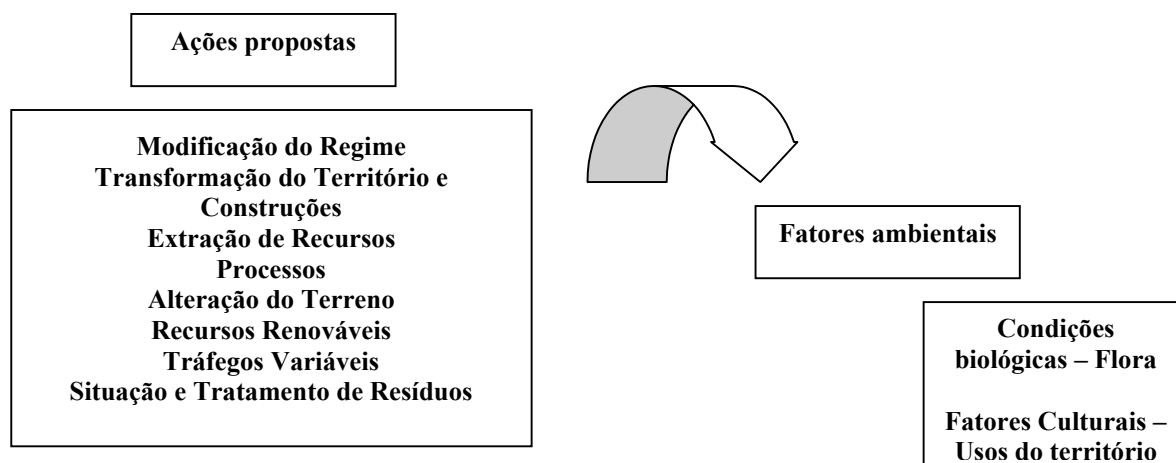


FIGURA 1: Relação das Ações Propostas e respectivos Fatores Ambientais utilizados neste estudo (Rocha et al., 2002).

O cruzamento destas variáveis vem a resultar em um número infinito de possíveis interações, como se pode observar no exemplo seguinte (Figura 2):

CRUZAMENTO 38

Analista:
 Na vertical: Ações Propostas - Modificações do regime
 Na horizontal: Fatores ambientais – Condições Biológicas - Flora

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	l	m	n	Média
a	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
b														
c														
d														
e														
f														
Total médio (Levar este valor para a matriz principal) ⇒														

FIGURA 2: Estrutura de Cruzamento das Ações Propostas e respectivos Fatores Ambientais utilizados neste estudo (Rocha et al., 2002).

Os impactos apresentam dois atributos principais conforme Leopold et al (1971): magnitude - a grandeza em escala espaço-temporal da interação das ações (grau de alteração provocado por algum empreendimento) e a importância - a intensidade do efeito na área de influência do empreendimento ou fora dela, correspondente ao fator ambiental (componentes ambientais afetados por algum empreendimento). Estes cruzamentos recebem notas de 1 a 10, que são colocadas dentro de um retângulo, conforme a Figura 3:

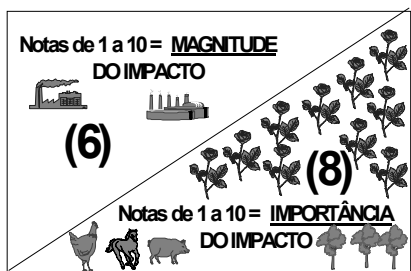


FIGURA 3: Representação de como colocar os “pesos” nas quadrículas e fazer a respectiva análise.

Segundo Cunha & Guerra (1999), os atributos de impacto, com suas escalas nominais (atribuindo qualificações) e ordinal (atribuindo uma ordenação hierarquizada), possibilitam uma melhora da análise quantitativa, como se destaca a seguir: Tipo de ação – primária, secundária, enésima; Ignição – imediata, médio prazo e longo prazo; Sinergia/criticidade – alta, média e baixa; Extensão – maior, igual ou menor que a bacia hidrográfica; Periodicidade – permanente, variável e temporária; Intensidade – alta, média e baixa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores encontrados nas médias dos cruzamentos em questão foram levados para o quadro geral (Tabela 2), onde ficaram registrados os resultados finais dos cruzamentos das Matrizes de Leopold para as devidas análises e respectivos prognósticos.

TABELA 2: Matriz de Leopold Elaborada para o “United States Geological Survey” -Adaptada por Rocha et al. (2002).

FATORES AMBIENTAIS	AÇÕES PROPOSTAS										MÉDIAS	TOTAIS REAIS
	MR	TT	ER	P	AT	RR	TV	STR	O			
	1 a 13	1 a 19	1 a 7	1 a 15	1 a 6	1 a 5	1 a 11	1 a 14	1 a 7			
	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I
CB – FLORA (1 a 9)	4 5	3 4	3 4	3 4	3 4	4 4	3 4	3 4	4 5	3 4	30	38
USOS DO TERRITÓRIO (1 a 9)	3 6	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 5	3 6	4 6	3 5	28	48

Legenda: M = Magnitude; I = Importância; Condições biológicas (CB); Fatores culturais (FC); Modificação do Regime (MR); Transformação do Território e Construções (TT); Extração de Recursos (ER); Processos (P); Alteração do Terreno (AT); Recursos Renováveis (RR); Tráfegos Variáveis (TV); Situação e Tratamento de Resíduos (STR); Outros (O)

A equação geral a ser usada é $y = ax + b$, como os valores de y variam de 0 a 100% de deterioração, portanto: $0 < y < 100$. A magnitude e a importância variam de 1 a 10, portanto: $1 < \text{magnitude/importância} < 10$.

No total dos cruzamentos são 09 ações propostas; Quando $y = 0 \Rightarrow x = 1 \times 9 = 9$ (1 de cada ação proposta \times 9 ações, sendo 1 para magnitude e 1 para importância do impacto); Quando $y = 100 \Rightarrow x = 10 \times 9 = 90$ (10 de cada ação proposta \times 9 ações, sendo 10 para magnitude e 10 para importância do impacto). Assim, a equação geral do grau de deterioração real para o caso em estudo será: $y = 1,12346x - 11,1105$.

TABELA 3: Resultados finais dos cruzamentos para o fator ambiental – condições biológicas – flora e fatores culturais – usos do território, com respectivos totais virtuais e grau de deterioração (Barragem do DNOS, Santa Maria, 2004).

FATORES AMBIENTAIS	Totais Reais (x)		Totais virtuais máximos		Grau de Deterioração Real (%) (y)	
	M*	I*	M	I	M	I
	Condições Biológicas - Flora	30	38	90	90	23	54
Fatores Culturais - Usos do Território	28	48	90	90	20	65

* M = Magnitude; I = Importância.

A significância dos impactos negativos foi conseguida através do modelo matemático anteriormente deduzido, levando-se em consideração os cruzamentos entre os Fatores Ambientais (Características físicas da terra, da água etc.) com as Ações Propostas (Modificações do regime, transformação do território etc.). A equação é a mesma para todos os Fatores Ambientais, uma vez que foram possíveis cruzamentos com todas as ações propostas.

A magnitude das ações propostas sobre as condições biológicas da flora foi de 23%, enquanto que a importância foi de 54%. As médias para magnitude e importância foram, respectivamente 3 e 4. Os valores das deteriorações ambientais, considerando os grupos de cruzamentos individuais, foram todos superiores ao mínimo tolerável (10%), significando que o empreendimento necessita de rigorosas medidas mitigadoras e compensatórias.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Algumas medidas serão necessárias para prevenir, compensar e minimizar os impactos negativos na vegetação da micro-bacia.

Como medidas mitigadoras pode-se sugerir que as margens do rio Vacacai-mirim e da barragem sejam protegidas com vegetação proveniente da flora nativa local. Algumas sugestões de espécies arbóreas para margens de rios: *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong e *Luehea divaricata* Mart.

Como medidas compensatórias a supressão da vegetação nestes locais e nas encostas de morros recomenda-se o plantio de espécies nativas de rápido crescimento e espécies frutíferas, tais como *Eugenia involucrata* D.C., *Eugenia uniflora* L., *Myrcianthes pungens* (Berg) Legr., *Myrcianthes gigantea* (D. Legr.) D. Legr. e *Ficus luschnathiana* Miq. principalmente nas partes mais altas da microbacia. O principal motivo de se fazer uso destas espécies é que sendo frutíferas fornecem alimento a fauna silvestre, mantendo o equilíbrio das relações.

Não se recomenda o plantio de espécies exóticas, como as do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*, por não serem constituintes da paisagem natural e por serem espécies largamente usadas como monocultura e em áreas mais planas. A arborização também deve ser feita nas margens de estradas e dos principais caminhos, contribuindo desta maneira, para a melhoria do aspecto visual do local e como fornecedora de sombra, também evitando a erosão hídrica.

Em uma área de 3,69 ha onde anteriormente havia atividades de exploração pedreira, havendo ausência de vegetação, também é recomendada a arborização, fazendo-se o plantio com as espécies *Mimosa scabrella* Benth. e *Acacia mearnsii* De Willd. por terem a característica de ser muito resistente a condições adversas e solos pobres em nutrientes, e sendo leguminosas atuam eficazmente na fixação de Nitrogênio, melhorando as propriedades do solo.

Toda a área de movimentação de terras deve ser forrada por gramíneas e arborizada com árvores nativas e de florações variadas. O paisagismo deve ser implantado e monitorado constantemente nas estradas e caminhos principais.

Após a implantação destas mediadas recomenda-se o monitoramento ambiental destas ações. Medidas a médio prazo (6 a 24 meses) recomenda-se: continuar o florestamento (substituição de mudas mortas); conservar as estradas; continuar protegendo a microbacia. Medidas a longo prazo (24 meses em diante): continuar com o paisagismo da área (com tratos culturais desde o início); continuar produzindo sementes de espécies florestais e arbustivas nativas, bem como mudas, para o abastecimento local.

Para a execução do monitoramento ambiental é necessária a visita (no mínimo semestral) dos técnicos responsáveis pelo projeto, observando o acompanhamento e análise da evolução das medidas mitigadoras e compensatórias propostas no estudo. Como pontos de monitoramento cita-se: a manutenção de um arquivo para a divulgação do Projeto de Recuperação Ambiental para outras unidades pontuais, propriedades, grupos ou pessoas interessadas e; a comprovação e comparação dos resultados das técnicas de recuperação que foram utilizadas.

Recomenda-se observar alguns procedimentos básicos para o monitoramento: Estabelecimento de uma série de pontos fixos para que a área total em recuperação possa ser observada. Estes pontos deverão ser assinalados em mapa e numerados de 1 a 10, 1 a 20, ou mais, em função da área objeto do empreendimento, quando da implantação do Monitoramento Ambiental; Estabelecimento do campo de visibilidade de cada ponto de monitoramento; Fotografar a paisagem vista de cada ponto estabelecido; Quando possível, fazer desenhos artísticos das paisagens vistas destes pontos e; Executar o programa de recuperação e comparar os resultados com as metas estabelecidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORTOLUZZI, C. A. **Contribuição a Geologia da Região de Santa Maria**. Porto Alegre. P. 7-86. 1971
- BREN, L.J., Riparian zone, stream, and floodplain issues: a review. **Journal of Hydrology**, 150: 277-299. 1993.
- CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. **Avaliação e Perícia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 266 p.
- DILL, Paulo Roberto Jaques. **Diagnósticos Físico Conservacionista e Ambiental da Microbacia do DNOS**. Santa Maria - RS, 2001.
- ELMORE, W. & R. L. BESCHTA, Riparian areas: perceptions in management. **Rangelands**, 9 (6): 260-265. 1987.
- GOVERNO FEDERAL. Código Florestal. Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965. Disponível em: www.hometechno.com.br/vidagua/leis/4771.htm. Acessado em 15/04/2004.
- GREGORY, S.V.; F.J. SWANSON; W.A. MCKEE; K.W. CUMMINS, 1992. An ecosystem perspective of riparian zones. **BioScience**, 41 (8):540-551.
- INPE. Instituto de Pesquisas espaciais. Curso de treinamento: Introdução às técnicas de Sensoriamento remoto e aplicações. Relatório INPE. São José dos Campos, 1980.
- LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F. S.; HANSHAW, B. **A procedure for evaluating environmental impact**. Washington: U.S. Geological Survey, 1971. 13p. (circular 645).
- LIMA, W.P. Função hidrológica da mata ciliar. **Simpósio sobre Mata Ciliar**. Fundação Cargill: 25-42. 1989.
- MARQUES, J. Q. A. **Política de conservação do solo**. Ministério da Agricultura, 1949. 73 p. (Boletim S.I.A., Serviço de informação agrícola, 734).
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961, 41p.
- ROCHA, J. S. M.; GARCIA, S. M.; ATAÍDES, P.R.V.de. **Manual de avaliações de Impactos Ambientais**. 2ª ed. rev. e Ampl. Santa Maria: Ed. Da UFSM, 2002. 225p.
- ROCHA, J. S. M. da. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**, 2ª Edição, Santa Maria –RS, 1991.
- _____. **Manual de Projetos Ambientais**. Brasília, Supercor Produtos Gráficos Ltda., MMA.1997, 446 p.
- _____. **Ensino Fundamental, Médio e Superior**. 2ª ed. rev. Ampl. ABEAS, 2001. 545 p.
- SOUZA CRUZ, **Plano Diretor de Solos**. 3ª edição, 1998, 46p.

USO DA BIOENGENHARIA NA ESTABILIZAÇÃO DE UM TALUDE FLUVIAL

USE OF SOIL BIOENGINEERING IN STREMBANK STABILIZATION

Miguel Antão Durlo² Fabrício Jaques Sutili³

RESUMO

A instabilidade dos taludes e a erosão em um curso de água são, em princípio, resultados de processos geomorfológicos naturais. Esses eventos podem resultar em danos econômicos e sociais, que o homem, involuntariamente pode agravar, ou controlar, se houver interesse. Como forma de estabilizar declives e controlar processos erosivos, pode-se fazer uso das técnicas de bioengenharia. No Brasil estas técnicas são ainda pouco conhecidas, dada a falta de uma visão sistemática, decorrente de estudos, observações e experimentos, que permitam sua utilização e difusão. Este trabalho tem o objetivo de experimentar um modelo de estabilização em um talude fluvial no Arroio Guarda-mor. Obteve-se sucesso com a técnica experimentada (parede Krainer), que pode ser implantada com materiais vegetais e construtivos de origem local e a custo justificável.

Palavras-chave: bioengenharia, estabilização de taludes, recuperação de áreas degradadas.

ABSTRACT

Slope instability and erosion of the soil by water are major environmental hazards. Although they are the result of natural geomorphological processes, they are both affected by and have consequences for human activity, often incurring economic and social damage. The use of vegetation combining with inert structures for slope stabilization and erosion control can be referred to as soil bioengineering. In Brazil, these techniques are still little known, given the lack of a systematic vision, observations and experiments that allow your diffusion and use. This work describe and analyse the soil bioengineering technique for slope stabilization in 'Guarda-mor' stream. Success was obtained with the soil bioengineering technique (live cribwalls), constructed with local material (inert structure) and vegetation (native species), in an economical and practical way.

Key words: soil bioengineering, slope stabilization, slope protection, erosion control.

INTRODUÇÃO

A água é o mais importante agente processual modelador exógeno do relevo. Seu efeito de intemperismo ocorre em vários níveis e locais, de formas físicas e químicas, compreendendo todo o seu ciclo natural. Do seu escoamento superficial, principalmente nos cursos de água, resultam importantes efeitos na construção da paisagem. Como processos de caráter exclusivamente fluvial entendem-se a erosão, o transporte e a sedimentação, tanto dos materiais providenciados pelo próprio trabalho de corrosão das margens e escavação do leito, como de todos os produtos do intemperismo que alcançam o fluxo de água.

O homem, por interesse ou de maneira involuntária, pode interferir positiva ou negativamente sobre alguns dos fatores processuais. Com vistas à estabilização de encostas fluviais, existem algumas forças (exógenas) que, a curto prazo e, com certa facilidade, podem ser influenciados pelas ações humanas, tornando-se assim instrumentos para o controle dos processos fluviais e paisagem. Não se consegue modificar, facilmente e a curto prazo, o clima ou a geologia de um local, por exemplo, mas, pontualmente e dentro de certos limites, pode-se utilizar a vegetação para que certas características locais sejam influenciadas ou controladas. Pequenas intervenções físicas no leito e canal, apoiadas ou não, por medidas vegetativas, podem alterar características como a velocidade da água e a tensão de erosão suportada pelo leito.

Tendo em vista a elaboração de um conceito de tratamento, é necessário conhecer as aptidões e os limites das diferentes técnicas, como também as características físicas particulares do local e do curso de água sob intervenção. Para a escolha da biotécnica adequada, fica-se também na dependência das características dos materiais construtivos e vegetais disponíveis na região.

Neste trabalho, após a caracterização do local de estudo, experimentou-se uma técnica de estabilização “parede vegetada de madeira” (parede Krainer, Krainerwand) em um trecho de talude fluvial do Arroio Guarda-mor que desce do Rebordo da Serra Geral no município de Faxinal do Soturno.

A obra possui caráter experimental e de demonstração e consiste em uma ação localizada que tem em vista recuperar um trecho sem a pretensão de ser solução definitiva para os problemas do Arroio. O objetivo principal do

² Engenheiro Florestal, Prof. Dr. Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP: 97105-900, Santa Maria-RS. E-mail: migueldurlo@smail.ufsm.br.

³ Engenheiro Florestal, M.Sc. Rua: Sergipe n. 702, apto 202, CEP: 99700-000, Erechim-RS. E-mail: sutili@mail.ufsm.br.

trabalho é, com base nas características locais, implantar e verificar a exequibilidade da técnica, já descrita na literatura, porém contando-se com o material vegetal e construtivo que pode ser encontrado na região, bem como constatar os custos para a implementação e verificar a eficiência na solução do problema.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para que se consiga melhor expor o tema o capítulo de revisão bibliográfica é utilizado para revisar conceitos como o de velocidade da água e poder erosivo dos canais naturais, fatores relacionados a estabilidade de taludes, potencial biotécnico da vegetação e conceitualização da bioengenharia.

Velocidade da água

A velocidade da água é um fator que possui grande influencia sobre a estabilidade das margens dos cursos de água. A velocidade do fluxo depende, basicamente, da inclinação do leito (Aulitzky *et al.*, 1990). Assim, quanto maior a inclinação do leito, maior será a velocidade da água e, portanto, maior será sua capacidade de erosão e transporte de materiais.

No entanto, a velocidade da água em seu curso, altera-se não só com a variação da declividade, proporcionada pelo desenvolvimento longitudinal do canal mas, conforme Netto & Alvarez (1982), também modifica-se no sentido transversal e longitudinal do leito e canal. De um modo geral, a velocidade da água de um canal aberto diminui da superfície para o fundo e do centro para as margens, como resultado da resistência oferecida pelas paredes (margens) e pelo fundo (Figura 1). Na superfície livre, a resistência oferecida pela atmosfera e pelos ventos também influencia a velocidade.

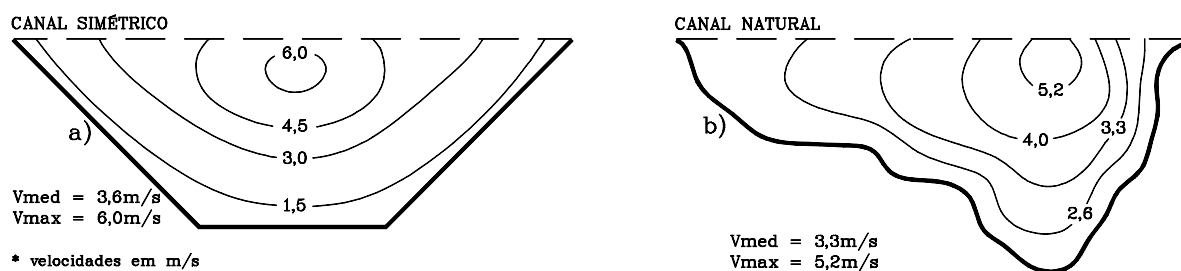


FIGURA 1: Distribuição da velocidade na seção transversal de dois canais fluviais.

FIGURE 1: Velocity distribution in two channel cross-sections.

Em uma perspectiva transversal ao curso de água, a distribuição das velocidades é fortemente influenciada pela geometria do canal (Bandini, 1956; Felkel, 1960). Além da influência da relação área / perímetro molhado, nos canais naturais, a zona de máxima velocidade é deslocada do centro para o ponto de maior profundidade.

A perda ou a transferência de velocidade também se dá com a existência de quedas e/ou sobressaltos e com as mudanças no desenvolvimento horizontal do curso. Nos canais meandrantos (Figura 2), a zona de maior velocidade (eixo do rio) desloca-se por força inercial para o raio externo das curvas, com respectiva perda de velocidade no raio interno (Durlo & Sutili, 2002). A linha pontilhada na Figura 2 mostra o deslocamento da zona de maior velocidade. Vê-se que, nos perfis transversais I e III, situados em trechos retilíneos, a velocidade da água tem uma distribuição mais uniforme e relativamente menor, próximo às margens. Ao contrário, os perfis II e IV mostram grande velocidade da água próximo ao raio externo das respectivas curvas.

Segundo Leinz & Amaral (1978), acompanhando o eixo do curso de água, está a maior força erosiva e de transporte. O deslocamento do potencial de erosão e da capacidade de transporte do centro para o raio externo da curva causa a corrosão da margem e o aprofundamento do leito, neste ponto. Esse aumento da profundidade produz novo acréscimo na velocidade, deslocando ainda mais o eixo e corroendo novamente a margem, em um processo contínuo e interativo.

As corrosões e deslizamentos nos raios externos produzem os sedimentos que se depositam no raio interno das curvas seguintes.

A formação de taludes fluviais instáveis e, portanto, sujeitos ao movimento, é característica – porém não exclusividade – dos trechos curvos. Também a presença de árvores ou touceiras de taquara caídas, pedras de grandes dimensões ou depósitos de seixos no leito dos cursos de água, podem, de diversas maneiras, desviar a força da água para as margens iniciando a corrosão, que resulta em deslizamento e instabilidade da margem (Durlo & Sutili, 2003).

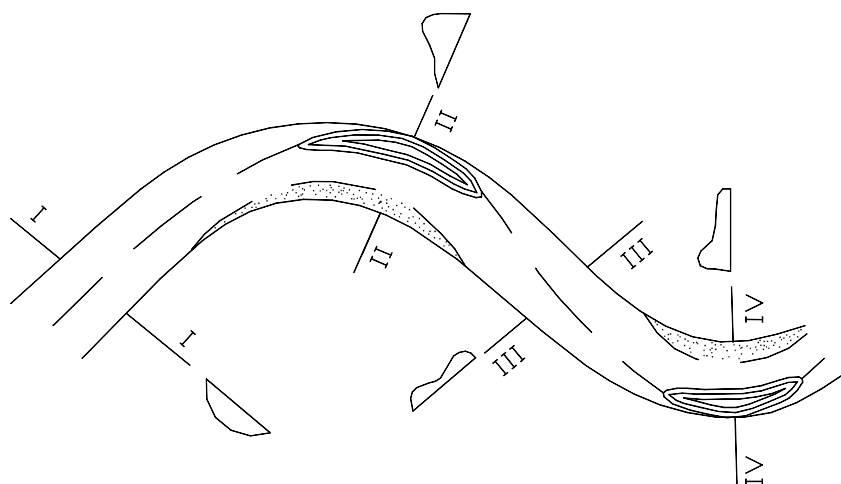


FIGURA 2: Distribuição da velocidade em um curso meândrico (vista superior e cortes transversais).
FIGURE 2: Velocity distribution in stream meander (plan view and cross-sections).

Estabilidade de taludes fluviais

Os principais fatores condicionantes na estabilidade de encostas são o tipo de substrato, a água de superfície, cobertura vegetal e a ação antrópica (Filho & Virgili, 1998 *apud* Pinheiro 2000).

É importante revisar as causas mais comuns da perda de estabilidade de um talude, bem como reconhecer os seus principais agentes determinantes. Como agentes, Guidicini & Nieble (1983) fazem uma divisão entre agentes predisponentes e efetivos. Os predisponentes são o conjunto de condições geológicas, geométricas do talude e ambientais em que o movimento de massa irá ter lugar. Como agentes efetivos estão os diretamente responsáveis por desencadear o movimento, de maneira preparatória ou imediata: além das forças de origem endógena, são a temperatura, o vento e a água. No ambiente fluvial, é destacada a importância destes dois últimos, sendo a temperatura um agente somente preparatório.

A causa do movimento se dá pela ação interna ou externa ao talude, de um ou mais destes agentes. Como causas externas Weinmeister, 1994 cita a adição e a subtração de peso, esta última também denominada de desconfinamento por Wolle (1988).

Difícilmente existe uma única causa desencadeadora do movimento. Vários fatores internos e externos podem combinar-se e agir simultaneamente (Durlo & Sutili, 2002).

Segundo Wolle (1988), o desconfinamento (escavação, corrosão) provocado por córregos e riachos, ocasiona profundos entalhes nas suas margens, o que resulta em taludes íngremes e potencialmente instáveis, induzindo a grande número de deslizamentos. Com isso, a resistência ao movimento fica muito mais na dependência das características do solo, principalmente da sua resistência unitária ao cisalhamento.

Por outro lado, em taludes fluviais, também é comum o aumento de peso, tanto por infiltração da água ou alterações do nível hidrostático, como pela passagem de veículos e animais ou pelo desenvolvimento da vegetação.

As propriedades técnicas da vegetação

Segundo Florineth & Gerstgraser (2000), a vegetação pode aumentar consideravelmente a tensão de erosão suportada pelo substrato. A melhoria da estabilidade do talude fica na dependência das espécies e também das técnicas de plantio utilizadas. Florineth (1982 e 1995), Gerstgraser (1998) e LfU (1996) descrevem diferentes técnicas de revegetação, capazes de suportar tensões que vão de 40 N/m² a até mais de 300 N/m². Afim de comparação Weinmeister (1994) apresenta valores retirados da norma alemã (DIN 19 661) que indicam uma resistência de 12 N/m² para substratos argilosos e de menos de 4 N/m² para taludes formados por depósitos arenosos, o que demonstra o potencial da vegetação para a estabilidade dos taludes fluviais.

Para maior compreensão da importância e influência da vegetação sobre o controle de processos erosivos e estabilização de taludes pode-se consultar trabalhos como os de Gray & Leiser (1982), Guidicini & Nieble (1983), Begemann & Schiechl (1994), Morgan & Rickson (1995), Florineth & Gerstgraser (2000), Durlo & Sutili (2003) e Sutili (2004).

A bioengenharia

A bioengenharia é uma ciência que vale-se de técnicas-biológicas (biotécnicas) em que plantas ou partes destas, são usadas como material vivo de construção. Sozinhas, ou combinadas com materiais inertes, tais plantas devem proporcionar estabilidade às áreas em tratamento (Schiechl & Stern, 1992). A bioengenharia também é chamada de 'construção verde' ou 'construção viva' (Schiechl & Stern, 1994).

Gray & Leiser (1982) afirmam que as biotécnicas usam elementos mecânicos (estruturas), combinados com elementos biológicos (vegetação), para deter e prevenir os deslizamentos e a erosão. As características mecânicas e biológicas devem funcionar em conjunto, de maneira integrada e complementar.

As biotécnicas são uma promissora alternativa para algumas técnicas tradicionais. Morgan & Rickson (1995) ressaltam ainda que, atualmente, a engenharia civil está cada vez mais reconhecendo a importância da vegetação nos trabalhos de construção. Acima de tudo, pelas qualidades estéticas que se pode ter, com este tipo de obra.

Para Durlo & Sutuli (2003), as biotécnicas podem trazer, em comparação com outros métodos, ganhos ecológicos, econômicos e estéticos. Na dependência dos objetivos e do tipo de construção, a bioengenharia permite dar mais ênfase a um ou a outro destes aspectos.

A estabilidade de uma margem pode ser buscada, reduzindo a velocidade da água e, assim, o seu potencial de erosão e/ou aumentando as forças de resistência do talude. As biotécnicas podem produzir um ou outro destes efeitos ou mesmo os dois, simultaneamente.

Entre as intervenções que visam conferir maior resistência ao talude estão os revestimentos. Os revestimentos buscam conferir à margem maior resistência à força da água e podem ir de um simples enrocamento com pedras, passando pelo uso de cilindros inertes e gabiões, à construção de paredes de madeira roliça, ferro ou concreto, combinados a modelos especiais de revegetação (Gray & Leiser, 1982; Begemann & Schiechl, 1994; Florineth & Gerstgraser, 2000).

Schiechl & Stern (1994) salientam que – contrariamente aos métodos tradicionais – no tratamento de curso de água com o uso de biotécnicas, deve-se seguir os princípios da manutenção da morfologia típica do curso e a dinâmica das águas. Assim, é necessário evitar a retificação, a eliminação de poços de água, a uniformização da velocidade da água e da largura do curso. Ao mesmo tempo, deve-se buscar a implantação, o desenvolvimento e o tratamento com vegetação ecologicamente adequada para o lugar, levando-se em conta a multifuncionalidade do curso de água e ter em vista a proteção dos rios ao fazer exploração agrícola ou florestal das áreas ribeirinhas.

Enquanto que os princípios da bioengenharia são conhecidos e aplicados há um bom tempo em diversos países, no Brasil são ainda pouco conhecidos, dada a falta de uma visão sistemática, decorrente de estudos, observações e experimentos, que permitam sua difusão e utilização (Durlo & Sutuli, 2003).

MATERIAL E MÉTODO

Características macro-ecológicas da área

Situado na região central do Estado do Rio Grande do Sul, o Arroio Guarda-mor une-se ao Rio Mello cerca de 600 metros antes do seu deságüe no Rio Soturno, que, por sua vez, é tributário do Rio Jacuí, principal curso de água que contribui à laguna Guaíba. O trecho a ser tratado situa-se no município de Faxinal do Soturno (Figura 3).

A área de drenagem e processamento fluvial do Arroio Guarda-mor é típica para uma região significativa do Estado do Rio Grande do Sul. A maioria dos cursos de água de dimensões semelhantes que descem do Planalto gaúcho para a Depressão Central, apresentam similaridade com o Guarda-mor. Assim, tem-se razões suficientes para se acreditar que as informações levantadas e as formas de manejo biotécnico testadas podem ser válidas, com as devidas adaptações, também para outros cursos de água da região.

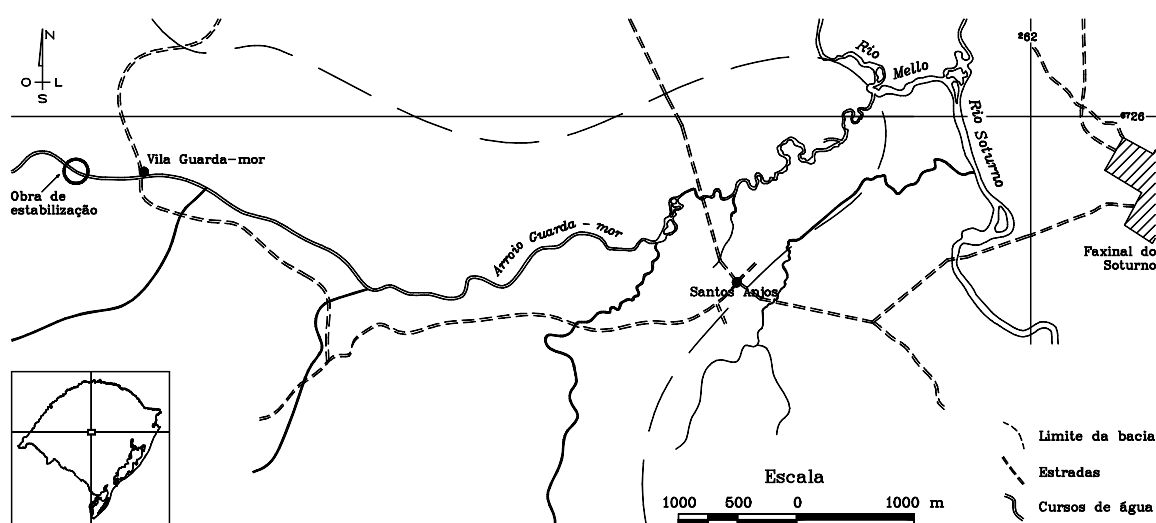


FIGURA 3: Localização do experimento no Arroio Guarda-mor.

FIGURE 3: Location of the 'Guarda-mor' stream.

Para a construção da parede Krainer foi selecionado um trecho no qual os problemas eram evidentes e característicos e as intervenções, além de se justificarem econômica e tecnicamente, pudessem ser executadas (construídas) com material local e anuência do proprietário. Na Figura 3 pode ser vista a localização exata da obra.

O clima desta região do Estado é subtropical do tipo Cfa 2, segundo a classificação de Köppen (Moreno, 1961), o que corresponde a condições climáticas úmidas, com verões quentes e chuvas bem distribuídas durante o ano. No entanto, eventualmente, pode ocorrer déficit hídrico nos meses de temperaturas mais elevadas, relativo ao período de novembro a março, e precipitações que podem somar 2500 mm anuais, alcançando mais de 400 mm nos meses mais chuvosos, nos chamados anos de 'El Niño', que ocorrem com uma frequência de ± 5 anos.

Geológica e geomorfológicamente a vertente sul do Rebordo da Serra Geral é bastante particular. Os cursos de água que, como o Arroio Guarda-mor, nascem ainda no planalto passam a descer por patamares escalonados de norte a sul em direção aos vales da Depressão Central, onde encontram substratos geológicos de maior erodibilidade.

A vegetação original é predominantemente florestal, classificada como pertencente à região ecológica da 'Floresta Estacional Decidual', que, por sua vez, é compartimentada nas formações Aluvial, Submontana e Montana (Teixeira & Couta Neto, 1986; Pastore & Rangel Filho, 1986).

Na várzea do Arroio, onde se localiza o experimento, originalmente tinha lugar a Formação Aluvial da Floresta Estacional Decidual. No entanto, hoje essa vegetação foi em sua maior parte substituída pela exploração da orizicultura, atividade de grande importância para o município de Faxinal do Soturno e região.

Os processos fluviais no Arroio Guarda-mor

As características geomorfológicas exclusivas da vertente sul do Rebordo, dão aos cursos de água que a drenam um perfil longitudinal bastante particular onde se reconhece de forma geral quatro seções de comportamentos característicos e distintos entre si. Além de serem distinguíveis pela simples análise visual do perfil longitudinal dos cursos de água, as seções evidenciam-se pelas suas características topográficas, vegetacionais, hidrográficas, uso do solo e demais ações antrópicas atuais e pregressas. Cada uma destas seções apresenta, predominantemente, processos fluviais peculiares e relacionados às suas características.

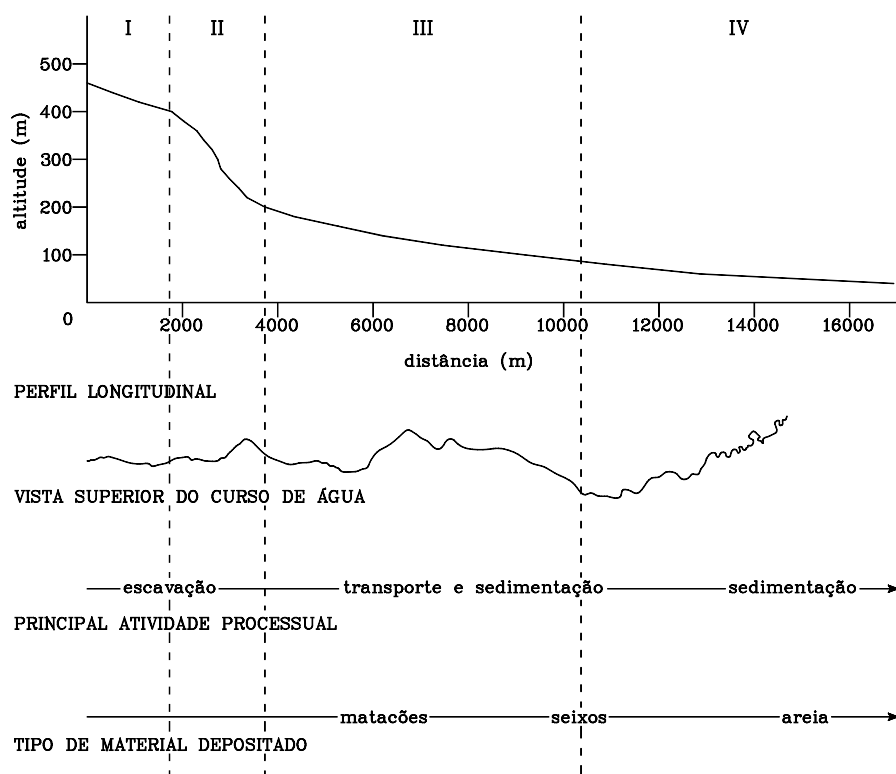


FIGURA 4: Perfil longitudinal do Arroio Guarda-mor.

FIGURE 4: Longitudinal profile of the Guard-mor stream.

Na seção I os cursos ainda com pouco volume de água, fazem seu trajeto por declividades já consideráveis (de até 40%) mas são protegidos por uma vegetação na maioria das vezes adequada. Ao alcançarem as fortes pendentes (100% de declividade) do Rebordo (seção II) as águas ganham velocidade mas sem causarem problemas consideráveis, devido à permanente vegetação florestal e ao substrato basáltico. Na seção III continua a descida para o vale, porém com declividade bem mais suave (20 %). A seção IV está na parte baixa do curso do Guarda-mor e tem declividade relativamente pequena (6 a 7 %).

Os materiais de maiores dimensões alcançam sua velocidade limite de transporte e depositam-se, gradativamente, ao longo da seção III. Os processos de corrosão, transporte e especialmente a sedimentação, iniciados na seção III, agravam-se e intensificam a sua ocorrência em direção à seção IV na qual o comportamento torrencial, outrora de transporte e de montanha, assume um típico comportamento de planície, ocasionando inconvenientes que despertam a preocupação dos proprietários ribeirinhos e das autoridades municipais de Faxinal do Soturno.

Os problemas vistos nos cursos de água da bacia do Guarda-mor, principalmente nas seções III e IV, e as tentativas, por parte dos agricultores, de solucioná-los, deixam claro a importância da busca de mais informações e da experimentação de métodos para a estabilização dos taludes fluviais.

Parede vegetada de madeira (Parede Krainer)

Apresentação do problema

O ponto escolhido para a construção da parede vegetada de madeira compreende uma porção do curso de água, em um trecho suavemente curvo (Figura 5), com seu raio externo formado por um talude instável, que à certa precipitação mais intensa é fortemente erodido. O solo, de origem flúvica e predominantemente franco arenoso, forma um barranco abrupto e estratificado com 4 metros de altura, em média, estendendo-se por 40 metros da margem direita do Arroio Guarda-mor (Figura 5).

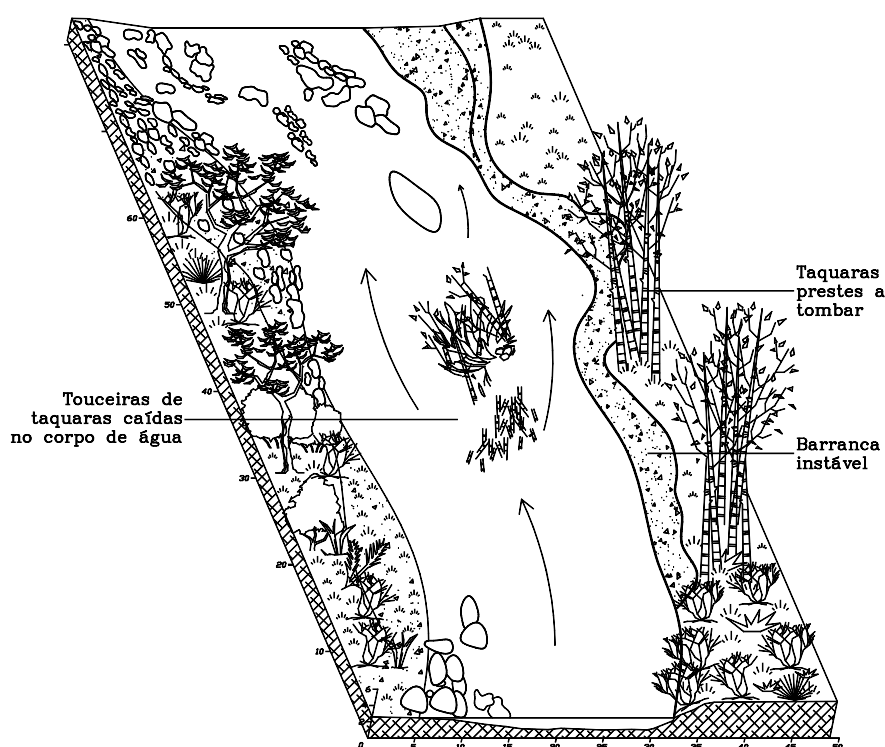


FIGURA 5: Trecho instável a ser tratado no Arroio Guarda-mor.

FIGURE 5: Eroded streambank in 'Guarda-mor'.

A evolução para este estado resulta da ação da água e, provavelmente, das touceiras de taquaras (*Bambusa tuldooides* Munro) plantadas sobre o talude. O peso da parte aérea gera uma sobrecarga, e o exagerado volume faz com que a força do vento seja transmitida ao talude, enfraquecendo-o e alavancando-o. Essa força não consegue ser contraposta pelo pouco profundo sistema radicial das plantas. O talude é claramente mais alto do que a profundidade média das raízes, e a linha de ruptura se forma distante da ação das raízes.

Além disso, com o deslizamento, as touceiras de taquara acabaram por obstruir o curso de água, diminuindo sua velocidade e forçando o depósito de materiais de modo a alterar a geometria do canal. Por este efeito e pelo próprio anteparo físico criado pelas touceiras de taquara, a força da água é direcionada contra a margem externa, criando um processo contínuo de corrosão, deslizamento/desmoronamento e posterior transporte do material. Assim, o barranco, em sua extensão total (Figura 5), encontra-se totalmente instável.

Proposta geral

O trabalho proposto compreende, necessariamente, dois tipos de ações, complementares e indissociáveis – uma intervenção física, e um tratamento vegetativo –, a fim de produzir na margem direita um efeito similar ao da Figura 6.

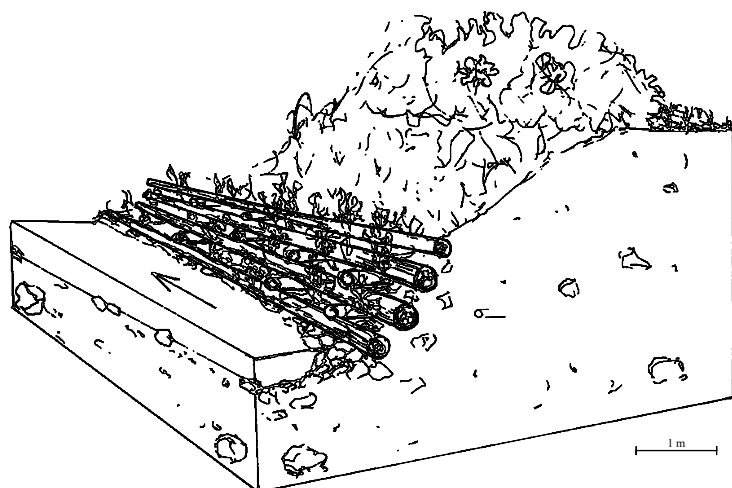


FIGURA 6: Efeito esperado após a estabilização.
FIGURE 6: Restoration project.

1 – A intervenção física visa produzir as modificações mínimas necessárias no leito do curso de água, readequando sua caixa, margem e barranca, com o objetivo de proporcionar condições mais estáveis e modificar a distribuição da velocidade da água. A operação consiste na retirada do material sedimentar e das touceiras de taquara que obstruem o centro do canal e na confecção de um gradiente adequado para a margem erodida. Com a retirada do material sedimentado e a reconstrução da margem, a vazão é facilitada e redirecionada a fim de que seja menos agressiva às margens. Esta remodelagem é apoiada pela construção de um anteparo de pedras e madeira junto ao nível normal da água.

2 – O tratamento vegetativo de acordo com os preceitos da bioengenharia, é feito concomitantemente com os ajustes físicos. Assim, inicialmente, o desenvolvimento da vegetação é apoiado pela proteção física, até o momento em que sua ação protetiva se consolide e seja suficiente para manter a estabilidade do talude, dispensando a ação do primeiro.

Detalhamento do trabalho

Obtenção dos materiais – Para o anteparo físico de madeira, deu-se prioridade ao uso de troncos de eucaliptos, devido a sua abundância na região (15 cm de diâmetro na ponta fina e em seu máximo comprimento).

Após ser erguida, a estrutura de madeira foi preenchida com material, retirado dos depósitos do raio interno e do centro do canal.

Para a revegetação, priorizou-se o uso de estacas de *Calliandra brevipes* Benth., muito comum nas proximidades, e de mudas de *Calliandra tweedii* Benth., providenciadas pela Secretaria da Agricultura do município de Faxinal do Soturno. Utilizou-se também mudas de *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg. – conhecido na região como capim-encrenca-de-vizinho ou capim-são-paulo. Foram providenciadas estacas de *Terminalia australis* Camb., *Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg. e *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg. Evitou-se o uso do salseiro (*Salix humboldtiana* Willd.), muito abundante e presumivelmente eficiente, por se tratar de uma árvore, que, se não sofrer os necessários cortes e podas, pode se tornar inconveniente à estabilidade deste talude que é alto (três a quatro metros) e não pôde ter sua inclinação reduzida a menos de 40–45° devido à proximidade com as quadras de arroz.

Execução do trabalho – O trabalho teve início na segunda metade do mês de janeiro de 2003, período em que as águas do Arroio se encontram normalmente mais baixas.

O primeiro passo foi o pilotamento vertical para dar suporte à base da parede de troncos, seguindo-se a posição presumível em que a margem se encontrava originalmente, antes da corrosão do trecho agora em tratamento. Para isso, foram usados pilotos de 8 x 8 cm e com 1,5 m de comprimento (Figura 7). Neste trecho o leito formado por seixos e cascalho, dificultou muito o pilotamento. A fim de facilitar o trabalho, tentou-se formar um caminho inicial com o uso de uma alavanca de 15 kg, com 2 metros de comprimento e uma plegada de diâmetro, a qual não produziu o efeito esperado. O pilotamento foi finalmente conseguido com o uso de uma marreta de ferro com 4 kg.

Após o pilotamento, iniciou-se a colocação da primeira linha de troncos (Figura 7). Estes, com um diâmetro médio de 20 cm e um comprimento variando de 5 a 11 metros, foram trazidos até próximo a margem com o uso de uma carreta agrícola e de um trator. Cada tronco era trazido até a margem e ‘baixado’ até sua posição com a ajuda de uma corda.

O uso de madeira seca facilitou o transporte e o manuseio dos troncos, embora o uso de madeira verde para a confecção da primeira linha, que fica permanentemente submersa, teria sido mais conveniente por aumentar a durabilidade da obra. Como previsto, a primeira linha se mostrou a mais difícil de ser implantada, devido à falta de

experiência e à particularidade de que, para a sua acomodação, a madeira seca deve ser submersa e amarrada aos pilotos embaixo da água. À medida que os troncos foram acomodados, houve a necessidade de ajustá-los às irregularidades do fundo do leito, com o uso de grandes pedras colocadas abaixo e à frente dos mesmos.

As estacas horizontais (Figura 7) foram fixadas com o auxílio de marretas de 4 e de 6 kg. O uso de um bate-estaca de madeira poderia ter sido mais conveniente pelo fato de não danificar tanto a ‘cabeça’ das estacas e dos pilotos.

Para firmar as peças entre si e para que a estrutura trabalhasse em conjunto, foram produzidos pequenos encaixes e as peças foram amarradas fortemente com arame de aço galvanizado de 6 mm de diâmetro. O uso de alicates ou torques comuns não é eficiente. Conseguiu-se produzir amarras seguras e com maior facilidade, utilizando-se um alicate de alambrador.

As linhas seguintes foram sendo dispostas, conforme a Figura 7, até uma altura de aproximadamente 1 metro, com uma pequena inclinação de 1:5 para proporcionar maior estabilidade à construção. Após a colocação da segunda linha, foi realizado um novo pilotamento vertical, criando assim um pequeno degrau. Seguiu-se com mais duas linhas completas e uma quinta linha que só alcançou a metade da extensão da margem tratada.

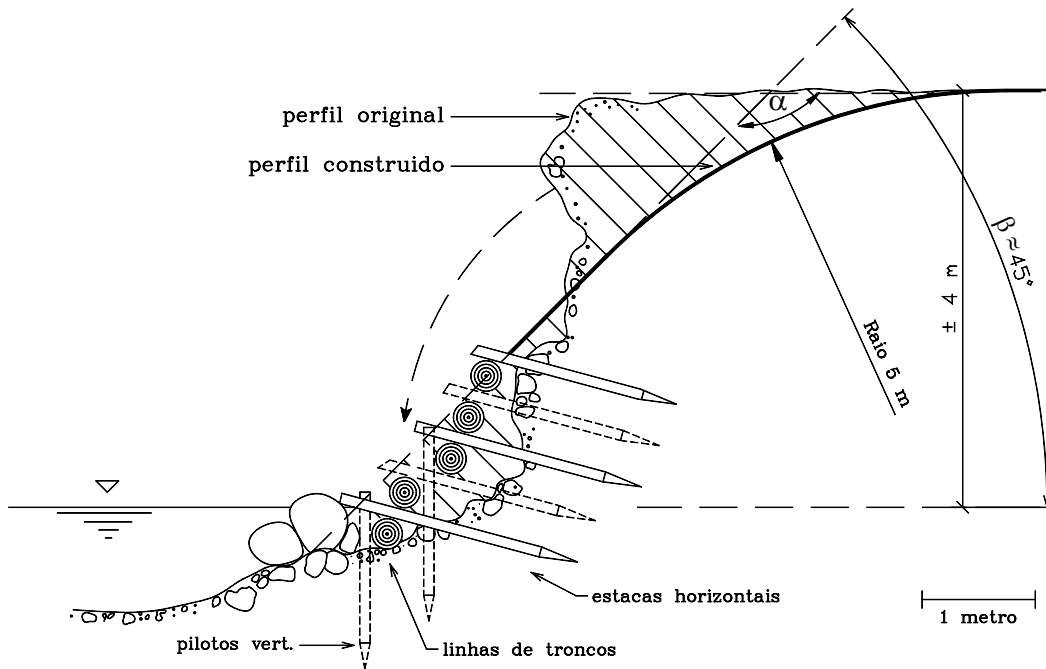


FIGURA 7: Parede Krainer em corte transversal.

FIGURE 7: Live cribwall cross-section.

No momento da construção, as pedras de maiores dimensões foram colocadas rente à estrutura de madeira para dar mais estabilidade à mesma. Isso foi conseguido arrastando-se manualmente as pedras mais próximas e, depois, com o uso de uma retro-escavadeira. Também com o auxílio da máquina, foram retirados os materiais sedimentados no raio oposto. Este material teve utilidade no preenchimento da estrutura de madeira.

Na porção da margem que ficou acima da parede de troncos (Figura 7), foi produzida uma inclinação (chanframento) variando de 50 a 40° (ângulo β).

Para o coroamento, que corresponde a um arredondamento da parte superior da nova margem, foi adotado um raio superior a 4 metros. Da mesma forma que com o chanframento, com o coroamento pretendeu-se minimizar o potencial físico de erosão, típico deste local, com a atenuação do ângulo vivo formado entre a linha do chanframento e o nível do terreno (Figura 7, ângulo α).

Conforme a estrutura de madeira foi sendo erguida, feixes e ramos de *Calliandra brevipes* foram dispostos nos vãos das linhas de troncos e presos com arame de ponteamto, atrás da parede de madeira. A colocação de ramos e feixes vivos entre os espaços dos troncos é reportado como a forma ideal de revegetação para este tipo de obra, pois impede a retirada de material (solo) com a força da água, mantendo a capacidade de brotação. A revegetação entre os espaços da estrutura de madeira teve que ser repetida posteriormente, com estacas e feixes de *Phyllanthus sellowianus* e *Sebastiania schottiana*.

Na parte superior do talude, imediatamente após o chanframento, procurou-se cobrir a área com o plantio de mudas de *Cynodon plectostachyus* e *Calliandra tweedii*. O uso de uma gramínea – *Cynodon plectostachyus* – teve o objetivo de conferir uma relativa proteção à área no tempo necessário para a implantação e o desenvolvimento mais lento da vegetação definitiva (*Calliandra tweedii*).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após ter-se providenciado todo o material e as ferramentas no local (2 dias de trabalho), a estrutura de madeira pôde ser erguida por 2 pessoas em 6 dias, ao final do mês de janeiro de 2003. Feito isso, a margem foi remodelada e o leito limpo com 2 horas de máquina. A nova margem foi revegetada em mais um dia de trabalho, por duas pessoas.

A primeira tentativa de revegetação da margem, realizada no mesmo momento da remodelagem do talude, contou com a utilização de estacas e feixes de *Calliandra brevipes* entre a estrutura de madeira e mudas de *Calliandra tweedii* e *Cynodon plectostachyus*, na parte superior do talude, acima da estrutura de madeira. Essa última intervenção foi bem sucedida, porém a primeira foi completamente frustrada. Os ramos e feixes de *Calliandra brevipes* não se adaptaram a esta porção próxima ao nível da água e apodreceram antes de brotar. Assim, entre a estrutura de madeira, foram tentados novos plantios, utilizando estacas e feixes de *Phyllanthus sellowianus* e *Sebastiania schottiana*. A dúvida quanto à melhor época para a revegetação, levou à realização de 3 plantios: um em março, outro em maio e o último em setembro, os quais produziram brotação e enraizaram-se ao talude.

Para maior garantia de sucesso é importante que, entre os vãos da estrutura de madeira, a revegetação seja feita no momento da construção, com feixes vivos, que impedem a retirada de solo destes locais. A tentativa posterior de plantar ou replantar os feixes torna a sua possibilidade de brotação bem menor. Também o plantio com estacas é menos interessante devido à facilidade com que elas podem ser levadas pela força da água.

O desenvolvimento da vegetação foi modesto nos meses seguintes a sua implantação, que compreenderam fundamentalmente ao inverno. No entanto, na observação feita no início de outubro, notou-se um crescimento vigoroso, como conseqüência do início do novo período vegetativo. As estacas mostram-se com brotações e raízes, permitindo imaginar que o seu desenvolvimento seja suficiente, pelo menos, para garantir que não sejam arrancadas com a força da água. Com o passar deste primeiro período vegetativo, espera-se que, para o inverno de 2004, esta vegetação não só seja capaz de manter-se no local, como já providencie algum efeito de proteção ao talude. Na Figura 8 pode-se ver o aspecto atual do trecho.

Importante também foi deixar crescer toda e qualquer vegetação que surgiu naturalmente. Entretanto, para que as espécies plantadas não venham a morrer devido à concorrência com eventual vegetação emergente e menos adequada, e para que, com o passar do tempo, seu volume aéreo não se torne prejudicial às condições do local, pode ser necessário, futuramente, realizar-se tratos culturais que garantam essas características.

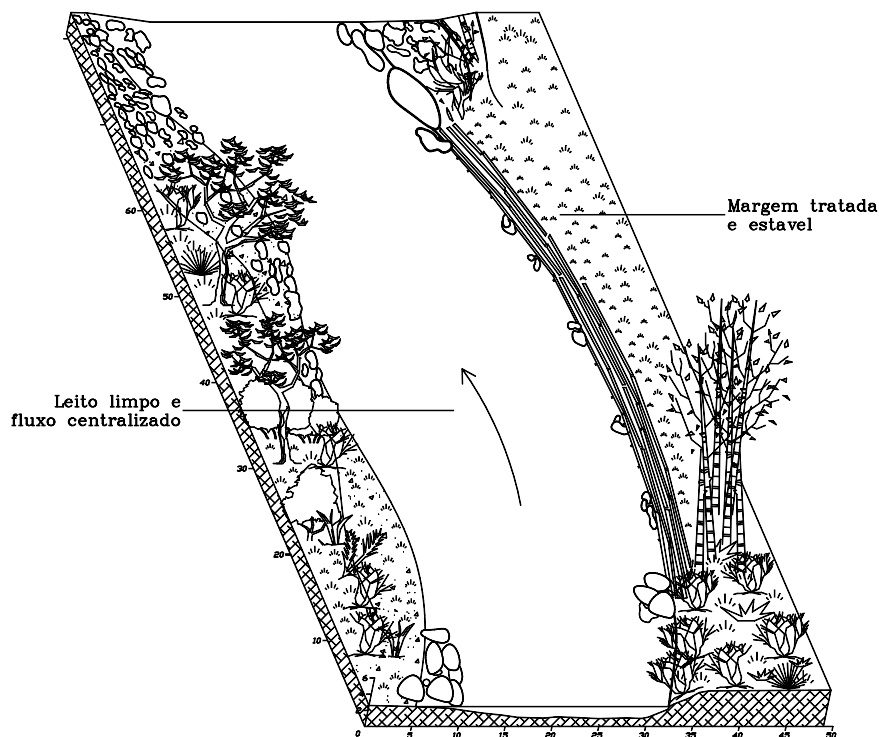


FIGURA 8: Aspecto atual do trecho em tratamento.
FIGURE 8: Streambank after restoration.

A estrutura de madeira resistiu às chuvas e ao comportamento até o momento. Implantada ao final do mês de janeiro de 2003 a obra passou por eventos torrenciais. Precipitações de mais de 100 mm em menos de 48 horas foram comuns. Chama a atenção a precipitação de 133 mm em um único dia (25 de outubro). Extraordinária foi a precipitação de 220 mm em menos de 12 horas no dia 15 de dezembro (Figura 9). Foi somente com o pico de precipitação em dezembro, já antecedido por um período chuvoso, que ocorreram pequenos danos à obra.

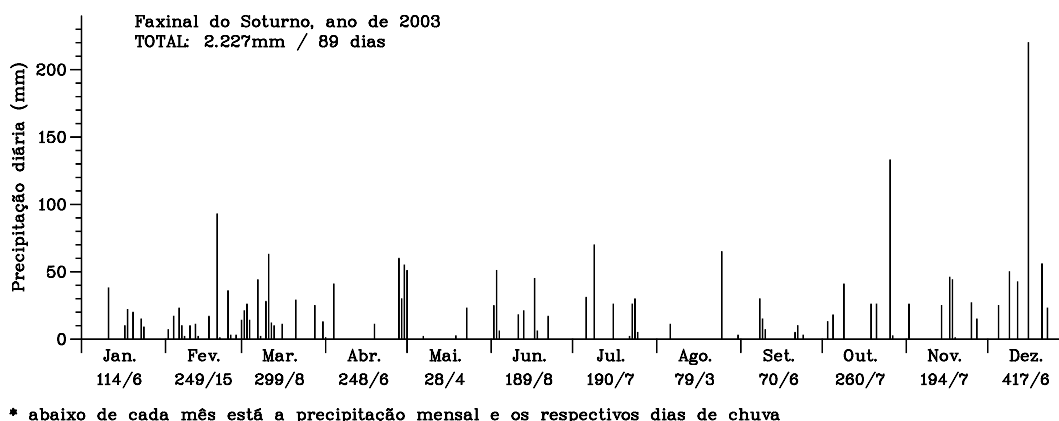


FIGURA 9: Precipitação diária no ano de 2003.
 FIGURE 9: Daily precipitation in the year 2003.

Esse último evento é considerado catastrófico para a região. Tal fato levou alguns municípios a decretarem estado de emergência devido aos estragos causados pelas chuvas (Machado – jornal Diário de Santa Maria de 07/01/2004). O mês de dezembro somou 417 mm em 6 dias de chuva. Segundo dados da Secretaria Municipal da Agricultura de Faxinal do Soturno (Dotto 2003), nos últimos 20 anos, já se registraram precipitações mensais de mais de 450 mm. No entanto, estes são eventos extraordinários, normalmente resultados dos anos de ‘El Niño’.

Mesmo assim, os efeitos sobre a obra ficaram longe de ser graves. Dos 40 metros de margem tratada somente em 4 metros o solo foi removido de trás da estrutura de madeira e as estacas pouco (menos) enraizadas foram levadas pela força da água. Esses danos só ocorreram por não ter sido possível implantar a vegetação (feixes vivos) no mesmo momento da construção da estrutura de madeira e por não se ter acrescido uma ou duas linhas de troncos, tornando a proteção da margem mais completa.

A oportunidade de verificar que a estrutura física resistiu a precipitações muito elevadas e foi capaz de manter a estabilidade da área, mesmo com tão pouco tempo da implantação, não podendo assim contar com um apoio efetivo da vegetação, é uma informação importante, que ajuda a dar idéia do potencial deste tipo de intervenção.

Custos da obra

Na Tabela 1 são apresentados detalhadamente os custos com os materiais construtivos, vegetativos e os serviços empregados no trabalho.

Muitos destes materiais podem ser adquiridos diretamente na região, com baixo custo ou mesmo sem custo. Os troncos de eucaliptos existem nas propriedades, e as mudas podem ser conseguidas nas prefeituras ou através dos inúmeros programas de distribuição. Também os serviços de máquina (retro-escavadeira) são gratuitos até um certo limite de horas para cada agricultor. No entanto, na Tabela 1, todos os materiais tiveram seu possível custo considerado. Com relação ao material de propagação vegetativa, foram considerados os custos de serviço para a sua coleta e preparo, pois é impossível de ser encontrado à venda e pode ser facilmente coletado na região.

Considerando que foram tratados 40 metros de margem, o custo por metro foi de R\$ 28,00. No entanto, ao considerar que as mudas podem ser adquiridas de forma gratuita, que as horas/máquina podem não apresentar custos para o agricultor e imaginando-se que a madeira seja proveniente de sua propriedade e que a mão-de-obra empregada seja a sua, o desembolso se torna bem menor, podendo ficar entorno R\$ 10,00 por metro de margem tratada.

CONCLUSÕES

Mesmo que ainda não seja possível concluir quanto ao sucesso definitivo da intervenção, a biotécnica aqui apresentada mostra-se exequível com o material construtivo e a vegetação local e traz, inicialmente, os efeitos esperados. As falhas cometidas no trabalho proporcionaram aprendizado e, até o momento, não inviabilizaram o sucesso da intervenção. Com isso, erros futuros serão evitados e obras futuras poderão ser executadas de forma mais rápida e a menor custo.

A parede vegetada de madeira (parede Krainer) mostra-se, até o momento, capaz de resolver problemas com grau de dificuldade razoável, mantendo o talude estável em um ângulo bastante alto e suportando eventos torrenciais de proporções raras. Com um custo máximo de R\$ 28,00 por metro de margem tratada, a obra justificando-se somente em situações nas quais o investimento possa significar um retorno compatível. No entanto, o desembolso efetivo de um agricultor (proprietário) pode ser bem menor na medida que os materiais construtivos sejam encontrados na propriedade e o trabalho seja feito pelo próprio interessado.

O uso de estacas e feixes vivos de *Calliandra brevipes* entre a estrutura de madeira e próximo ao nível da água não mostrou eficiência; no entanto, as mudas de *Calliandra tweedii*, utilizadas para revegetar a parte superior do talude, vêm se desenvolvendo. As mudas de *Cynodon plectostachyus* também produziram o efeito esperado, recobrando total e

3º Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal

rapidamente (3 meses) os 160 m² de área da parte superior do talude. O desenvolvimento das estacas e feixes de *Sebastiania schottiana* e principalmente de *Phyllanthus sellowianus* parecem bastante promissores. Já as estacas de *Terminalia australis* não demonstram o mesmo desenvolvimento, embora, pela pequena utilização de material desta espécie, não seja possível concluir definitivamente quanto a sua eficiência.

TABELA 1: Custos da obra.

TABLES 1: Costs of the live cribwall.

Descrição	Unidade	Quant.	Preço (R\$)	Total (R\$)
Material Construtivo				
pilotos de eucalipto (8 x 8 x 150 cm)	peça	27	3,90	105,30
estacas roliças (8 cm x 2 m)	peça	60	2,40	144,00
troncos de eucalip. (20 cm d.) c/ transporte	metro lin.	170	1,20	204,00
arame de 6 mm	kg	10	4,50	45,00
arame de 3 mm	kg	1	5,00	5,00
grampos de cerca	kg	0,5	1,70	0,85
			Total	504,15
Material de Consumo				
combustível (p/motosserra)	litro	2	2,32	4,64
óleo 2 t	litro	0,2	6,00	1,20
óleo lubrificante p/correia	litro	0,4	5,00	2,00
			Total	7,84
Material Vegetal				
mudas	unidade	400	0,50	200,00
estacas e feixes vivos (serviço de coleta)	pessoa/dia	1	15,00	15,00
			Total	215,00
Serviços				
dias de serviço	pessoa/dia	14	15,00	210,00
retro-escavadeira	hora	3	55,00	165,00
			Total	375,00
TOTAL GERAL				1094,15

* Referências: US 1,00 = R\$ 2,90; salário mínimo R\$ 260,00.

A perspectiva é de que a vegetação se desenvolva de maneira vigorosa e, com o passar de um ou dois períodos vegetativos, seja capaz de proporcionar seus primeiros efeitos na estabilidade da nova margem.

Com a busca de materiais construtivos adequados, abundantes e baratos, os custos revelaram-se compatíveis com realidade local, sendo justificáveis, na dependência da gravidade do problema e dos benefícios conseguidos.

Obras ou modelos capazes de controlar os processos erosivos e de sedimentação de cursos de água – obras de bioengenharia –, têm seus princípios físicos conhecidos. Têm-se, contudo, a necessidade de novas pesquisas sobre a disponibilidade e a aplicabilidade de materiais construtivos da região, bem como sobre o potencial biotécnico de outras espécies vegetais de ocorrência local. Existem outros métodos e outros materiais que podem e devem ser experimentados. Restos culturais, como os providenciados pela orizicultura, podem significar excelente material para alguns métodos de bioengenharia, por exemplo. Também a vegetação local apresenta outras espécies potenciais que não foram aqui estudadas. O conhecimento das características biotécnicas da vegetação é fundamental e deve preceder às tentativas de estabilização dos taludes pelas obras de bioengenharia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULITZKY, H.; FIEBINGER, G. U.; DIERA, N. **Grundlagen der Wildbach und Lawinenverbauung - Voläufige Studienblätter**. Wien: Institut für Wildbach und Lawinenverbauung. Univesität für Bodenkultur, 1990.

BANDINI, A. **Hidráulica Fluvial**. São Carlos: Serviço de Publicações da Escola de Engenharia de São Carlos, 1958.

BEGEMANN, W.; SCHIECHTL, H. M. **Ingenieurbiologie – Handbuch zum ökologischen Wasser und Erdbau**. 2. neubearbeitete Auflage. Wiesbaden und Berlin: Bauverlag GMBH, 1994.

DOTTO, S. J. **Índices Pluviométricos no Município de Faxinal do Soturno – RS: período - 1982 à 2003**. Faxinal do Soturno: Prefeitura Municipal / Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente, 2003.

DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Manejo Biotécnico de Cursos de Água: I – Intemperismo e erosão, II – Escavação e transporte de materiais**. UFSM / CCR / Caderno Didático n° 10, Santa Maria: Ed. UFSM, 2002.

_____. **Manejo Biotécnico de Cursos de Água: Tratamento Longitudinal**. UFSM / CCR / Caderno Didático n° 11, Santa Maria: Ed. UFSM, 2003.

- FELKEL, K. **Gemessene Abflüsse in Gerinnen mit Weidenbewuchs**. Helf 15, Karlsruhe: Mitt. Bundesanstalt für Wasserbau, 1960.
- FLORINETH, F. Ingenieurbiologische Maßnahmen bei Fließgewässern in Südtirol. In: **Ökologie von Fließgewässern - Ingenieurbiologische Sicherungsmaßnahmen**. Wien: Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau d. TU, 1982.
- _____. **Weidenspreitlagen als Weg zur schnellen Uferbepflanzung und Sicherung**. **Mitteilungen der Gesellschaft für Ingenieurbiologie Deutschlands**. Band 4, 1995.
- FLORINETH, F.; GERSTGRASER, C. **Ingenieurbiologie**. Wien: Institut für Landschaftsplanung und Ingenieurbiologie. Universität für Bodenkultur, 2000.
- GERSTGRASER, C. H. **Ingenieurbiologische Bauweisen an Fließgewässern - Grundlagen zu Bau, Belastbarkeiten und Wirkungsweisen**. Diss. Universität für Bodenkultur, Wien, 1998.
- GRAY, D. H.; LEISER, A. T. **Biotechnical Slope Protection and Erosion Control**. Florida: Krieger Publishing Company Malabar, 1982.
- GUIDICINI, G. & NIEBLE, C. M. **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983.
- LEINZ V. & AMARAL, S. E. **Geologia geral**. 7ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1978.
- LfU. **Naturgemässe Bauweisen - Oberirdische Gewässer**. *Gewässerbiologie* 47. 1. Auflage. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz, 1996.
- MACHADO, T. Arroio Grande pede socorro. *Diário de Santa Maria*, Santa Maria, p.7, 07 jan. 2004.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.
- MORGAN, R. P. C.; RICKSON, R. J. **Slope Stabilization and Erosion Control - a bioengineering approach**. London: E & FN Spon, 1995.
- NETTO, A. ; ALVAREZ, G. A. **Manual de Hidráulica**. 7ª ed. v. II. São Paulo: Edgard Blücher, 1982.
- PASTORE, U. & RANGEL FILHO, A. L. R. **Vegetação**. As regiões fitoecológicas, sua natureza, seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In: IBGE. **Levantamento de Recursos Naturais, v. 33 - Folha Uruguaiana**. Rio de Janeiro, 1986. p.541-632.
- PINHEIRO, R. J. B. **Estudo de Alguns Casos de Instabilidade da Encosta da Serra Geral no Estado do Rio Grande do Sul**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- SCHIECHTL, H. M. & STERN, R. **Handbuch für naturnahen Erdbau: Eine Einleitung für ingenieurbiologische Bauweisen**. Wien: Österreichischer Agrarverlag, Druck und Verlagsgesellschaft m.b.H., 1992.
- _____. **Handbuch für naturnahen Wasserbau: Eine Einleitung für ingenieurbiologische Bauweisen**. Wien: Österreichischer Agrarverlag, Druck und Verlagsgesellschaft m.b.H., 1994.
- SUTILI, F. J. **Manejo biotécnico do Arroio Guarda-mor: princípios, processos e práticas**. Santa Maria. 2004. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- TEIXEIRA, M. B. & COURA NETO, A. B. **Vegetação**. As regiões fitoecológicas, sua natureza, seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In: IBGE. **Levantamento de Recursos Naturais, v. 33 - Folha Porto Alegre e Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro, 1986. p.541-632.
- WEINMEISTER, H. W. **Vorlesung Wildbachkunde - Skriptum, vorläufige Ausgabe**. Wien: Institut für Wildbach und Lawinenschutz. Universität für Bodenkultur, 1994.
- WOLLE, C. M. **Mecanismos de Instabilização de Encostas na Serra do Mar**. In: ENCONTRO TÉCNICO – ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1988, São Paulo. Anais... São Paulo: ABMS, 1988. p.16-36.

CONICIDADE E FATOR DE FORMA COMERCIAL DE ESPÉCIES NATIVAS DO RS

ABNORMAL TAPERING AND COMMERCIAL FORM FACTOR OF NATIVE SPECIES OF RS

Rodrigo Borges de Mattos¹ Miguel Antão Durlo² Alessandro Dal'Col Lúcio³

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de observar e quantificar a conicidade e o fator de forma comercial de cinco espécies nativas do RS. As espécies eleitas para este estudo foram o Angico (*Parapiptadenia rigida*), a Canjerana (*Cabralea canjerana*), o Cedro (*Cedrela fissilis*), a Grápia (*Apuleia leiocarpa*), e o Louro (*Cordia trichotoma*). As espécies estudadas são constituintes de matas nativas, não-manejadas, do município de São João do Polêsine, localizado na região central do RS. Foram levantadas 17 parcelas temporárias de 10 x 100 m nas matas do município. Para a determinação da conicidade e do fator de forma comercial, foram selecionadas árvores com diâmetro à altura do peito (dap) igual ou superior a 5 cm. Foram medidos, além do dap, vários diâmetros ao longo do tronco, a altura total e a altura comercial. A conicidade do tronco foi bastante variável, sendo possível detectar diferenças significativas entre as espécies. O maior e o menor valor médio de conicidade foram respectivamente, 2,59 cm/m para o Cedro e 1,53 cm/m para a Canjerana. Quanto ao fator de forma comercial, também foi observada grande variação (0,86 para o Louro a 0,97 para o Angico).

Palavras-chave: espécies nativas, conicidade, fator de forma comercial, altura comercial.

ABSTRACT

The present work was developed with the intention of to observe and to quantify the and the commercial form factor of five native species of RS. The elect species for this study were the Angico (*Parapiptadenia rigida*), the Canjerana (*Cabralea canjerana*), the Cedro (*Cedrela fissilis*), the Grápia (*Apuleia leiocarpa*), and the Louro (*Cordia trichotoma*). The evaluated species are representatives of native forests, no-handled, of the São João do Polêsine municipal district, located in the central area of RS. Seventeen temporary portions of 10 x 100 m were lifted in the forests of the municipal district. For the determination of the abnormal tapering and of the commercial form factor, trees were selected with diameter at the breast height (dbh) equal or superior to 5 cm. Besides the dbh, were measured several diameters along the log, the total height and the commercial height. The abnormal tapering of the log was plenty of variable, being possible to detect significant differences among the species. The largest and the smallest medium value of abnormal tapering were respectively, 2,59 cm/m for the Cedro and 1,53 cm/m for Canjerana. With relationship to the commercial form factor, great variation was also observed (0,86 for the Louro to 0,97 for Angico).

Key words: native species, abnormal tapering, commercial form factor, commercial height.

INTRODUÇÃO

Atualmente, grande parte dos trabalhos de pesquisa florestal realizados no sul do Brasil, estão voltados à espécies exóticas, representadas, principalmente, pelos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. Respeitada a importância dos estudos e dessas espécies para o suprimento madeireiro da maioria das indústrias do setor florestal, acredita-se que não se pode deixar de lado a pesquisa com espécies florestais nativas do RS.

Embora muitas das madeiras de árvores nativas brasileiras sejam de ótima qualidade e possuam características muito boas como durabilidade, resistência, beleza, entre outras, há pouco interesse por parte de indústrias e produtores no sentido de cultivar tais espécies. Isso se deve, em grande parte, à falta de informações a respeito do crescimento das mesmas. Dentre as inúmeras espécies nativas brasileiras, algumas apresentam taxas de crescimento anual semelhante ou próximo às taxas verificadas em espécies exóticas pertencentes aos gêneros anteriormente citados.

O desinteresse no cultivo de espécies nativas se baseia também na tendência que estas têm de bifurcar-se e apresentar troncos ramificados e tortuosos. A altura do tronco livre de galhos, assim como sua forma, são de fundamental importância para a valorização da madeira de uma árvore. É de conhecimento corrente, e a literatura especializada (Zimmermann & Brown, 1974; Mayer, 1977; Mitscherlich, 1978; Loskant, 1983; Schilling *et al.*, 1998) reporta que, mediante técnicas e tratamentos culturais, é possível produzir árvores com fustes maiores e mais retilíneos.

¹ Eng. Florestal, Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. E-mail: rbm760@yahoo.com.br

² Eng. Florestal, Dr. Prof. Adj, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

³ Eng. Agrônomo, Dr. Prof. Adj, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

Diante disto, desenvolveu-se este trabalho tendo como objetivo o estudo da forma do tronco, característica de relevante importância no aproveitamento de toras. Para isto, foram avaliadas a conicidade e o fator de forma comercial em cinco espécies nativas do RS. As espécies eleitas para este estudo foram o Angico (*Parapiptadenia rigida*), a Canjerana (*Cabralea canjerana*), o Cedro (*Cedrela fissilis*), a Grápia (*Apuleia leiocarpa*), e o Louro (*Cordia trichotoma*).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A região de estudo pertence à Floresta Estacional Decidual (Caducifólia) da Fralda da Serra Geral que, segundo Leite & Klein (1990), compreende as florestas das porções médias e superiores do Vale do Uruguai e da maior parte da vertente sul da Serra Geral, e de diversas áreas dispersas pelas bacias dos rios Ijuí, Jacuí e Ibicuí, cobrindo uma superfície territorial de aproximadamente 4.700.000 ha.

Segundo Klein *apud* Brena & Longhi (1998), podem ser definidos cinco estratos na estrutura organizacional da Floresta Caducifólia. No estrato emergente, descontínuo, quase integralmente composto por árvores decíduais com até 30m de altura, estão inseridas a Grápia (*Apuleia leiocarpa*), a mais freqüente, o Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*), o Louro (*Cordia trichotoma*), a Maria-preta (*Diatenopterix sorbifolia*), o Pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*) e a Canafístula (*Peltophorum dubium*), além de outras, em geral, não tão freqüentes.

No inventário florestal realizado na região da Quarta Colônia (Brena & Longhi, 1998), as espécies eleitas para este estudo (Angico, Canjerana, Cedro, Grápia e Louro), mostraram-se bastante importantes, ficando entre as 20% mais freqüentes.

A literatura florestal (Pedroso & Mattos, 1987; Reitz *et al.*, 1988; Carvalho, 1994; Rizzini, 1995; Lorenzi, 1998), descreve com detalhes muitas das características das espécies nativas eleitas para esta pesquisa, a qualidade das madeiras e os seus respectivos usos.

A conicidade (taper) de uma árvore indica o afilamento da base do tronco para o topo nas espécies florestais (Scolforo & Figueiredo Filho, *apud* Oliveira *et al.*, 1999). É definida como a diferença entre os diâmetros das extremidades da tora dividida pelo seu comprimento (Oliveira *et al.*, 1999). Expressando-se de outra forma, a conicidade representa a diminuição do diâmetro para cada metro de comprimento do tronco.

Outra maneira de expressar o afilamento do tronco, normal no sentido base-copa, é por meio do fator de forma. O fator de forma expressa o afilamento, pela relação entre o volume rigoroso de um tronco e o volume de um cilindro de referência de comprimento igual ao tronco e de diâmetro igual ao seu diâmetro à altura do peito (dap).

Embora Finger (1992) afirme que fatores de forma iguais ou maiores que a unidade não possam ser obtidos, uma vez que as árvores apresentam sempre um afilamento ao longo do tronco, existem casos em que isso é possível, como por exemplo, quando o tronco cubado é menor que 1,30 m. O fator de forma médio é calculado sobre um número de árvores representativo da população para aproximações rápidas do volume das árvores. Segundo o processo de cálculo, os fatores de forma podem ser artificiais ou naturais.

Schneider (1993) menciona que, independente das irregularidades das secções transversais dos troncos, as árvores possuem determinado tipo de forma de tronco que varia de espécie para espécie e em razão de vários fatores como o sítio, a densidade do povoamento, a intensidade do vento que age sobre a copa das árvores e as intervenções silviculturais aplicadas aos povoamentos, como os desbastes e a desrama.

Além de determinar o volume das árvores, o fator de forma e a conicidade proporcionam uma idéia sobre o grau de aproveitamento das árvores na industrialização (Kollmann, 1951). Assim, troncos com fator de forma baixo, são bastante cônicos e, além de terem um volume substancialmente menor que o cilindro de referência, também indicam que o grau de aproveitamento será mais baixo que um tronco com iguais dimensões e fator de forma maior.

MATERIAL E MÉTODO

Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado nas matas nativas do município de São João do Polêsine, distante aproximadamente 50 km de Santa Maria, RS. Este município foi escolhido pelo fato de possuir uma cobertura florestal significativa, equivalente a 21,2% de sua área total.

Existem diversos tipos de solo em São João do Polêsine. Os tipos predominantes pertencem às unidades de mapeamento Ciriaco-Charrua, Santa Maria e Vacacaí (Brasil, 1973).

O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Cfa. A precipitação média anual está entre 1.500 e 1.750 mm, sendo os meses de julho, agosto e setembro a época de concentração máxima de precipitação, enquanto novembro, dezembro e março são os meses que apresentam menor índice pluviométrico. A temperatura média anual situa-se entre 18 e 20°C (Moreno, 1961).

Levantamento e processamento dos dados

Para a coleta de dados do presente trabalho, foi utilizado o processo de amostragem aleatória simples. O método de amostragem utilizado foi o de área fixa. As unidades amostrais consistiram de faixas perpendiculares às encostas, com uma área amostral em torno de 1.000 m². As parcelas são de caráter temporário e a imprecisão da área

amostral é consciente pois, para os objetivos desse estudo, a precisão não é relevante, visto que não se pretende fornecer dados quantitativos relacionados à unidades de área.

Os pontos geográficos que identificam cada parcela, foram obtidos com o uso de aparelho GPS.

Na Tabela 1, são apresentados o número de parcelas, as coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) e o número de árvores encontradas em cada parcela.

TABELA 1: Número da parcela, coordenadas UTM e número de árvores por parcela.

Parcela	Coordenadas UTM		Árvores
1	260525	6715263	13
2	264050	6718008	2
3	255488	6719366	16
4	255010	6716820	31
5	252846	6714286	14
6	260525	6715263	11
7	255925	6715500	26
8	260018	6717973	11
9	257905	6718672	13
10	261826	6722857	3
11	255563	6718313	20
12	255906	6718340	28
13	256032	6718473	15
14	256032	6718473	11
15	254790	6718660	30
16	254790	6718660	30
17	254790	6718660	30

Para que fosse possível avaliar a conicidade e o fator de forma comercial das espécies, foram medidos, além do dap, vários diâmetros ao longo do tronco, a altura total e a altura comercial das árvores com dap igual ou superior a 5 cm.

A conicidade dos troncos foi obtida pela subtração do diâmetro à altura comercial do diâmetro medido na base da árvore, dividida pela altura comercial. Portanto, os valores de conicidade são relativos à altura comercial das árvores estudadas.

$$\text{Conicidade} = \frac{db - dhc}{hc} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: db = diâmetro na base do tronco (cm); dhc = diâmetro na altura comercial (cm); hc = altura comercial (m)

Neste trabalho optou-se por usar o fator de forma artificial.

O fator de forma artificial pode ser obtido pela razão entre o volume rigoroso da árvore (total ou parcial) tomado em relação ao volume do cilindro de referência caracterizado anteriormente.

$$f = \frac{\text{volume rigoroso}}{\text{volume do cilindro de referência}} \quad (\text{Equação 2})$$

Para o cálculo do fator de forma, foram medidos vários diâmetros em cada árvore. As medições de diâmetros foram realizadas nas seguintes posições: 0,00 m; 0,30 m; 1,30 m; 3,30 m; 5,30 m; 7,30 m; 9,30 m e assim sucessivamente, até a altura comercial. Os diâmetros utilizados para os cálculos da conicidade e do fator de forma comercial foram medidos com Tele-Relascópio Bitterlich (Bitterlich, 1984).

Após a obtenção dos dados, calculou-se o volume dessas secções mediante o método de Smalian que leva em consideração o comprimento e as áreas basais obtidas nas extremidades das secções.

Após a obtenção dos volumes de cada secção, calculou-se o fator de forma comercial para cada árvore.

Calculando-se a média entre as árvores de cada espécie, obteve-se o fator de forma comercial por espécie.

Análise dos dados

Para o conjunto de parcelas medidas, aplicou-se o teste qui-quadrado (χ^2) de Bartlett (Snedecor & Cochran, 1974). O teste χ^2 de Bartlett trabalha com duas hipóteses que são: H0 (variâncias homogêneas) e H1 (variâncias heterogêneas). Quando é encontrada a homogeneidade de variâncias, significa que as parcelas analisadas pertencem a uma mesma população, e que o número de parcelas medidas é suficiente para que se tenha confiabilidade nos resultados obtidos. Quando as variâncias são heterogêneas, as parcelas são, conseqüentemente, provenientes de populações diferentes e necessita-se de um número maior de unidades de amostra.

O cálculo das médias e variâncias de conicidade e fator de forma comercial foram feitos por parcela e por espécie. As médias por parcela de conicidade foram utilizadas para os cálculos referentes à homogeneidade de variâncias pelo teste χ^2 de Bartlett. As médias por espécie, tanto de conicidade quanto de fator de forma comercial, foram utilizadas para comparações entre espécies pelo teste t conforme recomendado por Storeck *et al.* (2000).

As análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SPSS 7.5 (Statistical Package for the Social Sciences) e o programa Excel (Microsoft Office).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Amostragem

O número de 17 parcelas foi suficiente e confiável para realização deste estudo, conforme indica o teste χ^2 de Bartlett cujos resultados são apresentados na Tabela 2. Para a conicidade, o χ^2 calculado foi inferior ao χ^2 tabelado, o que indica a homogeneidade de variâncias. O número de parcelas levantadas (17) foi suficiente para o intervalo de confiança de 20% e, igualmente, para o de 10%.

TABELA 2: Teste χ^2 de Bartlett para a conicidade.

Variável	χ^2 cal.	χ^2 tab.	GL	Média	S ² m	CV (%)	Tamanho de amostra	
							D% (20)	D% (10)
Conicidade	7,207	23,542	16	2,316	3,8389	84,61	14	16

Em que: χ^2 cal. = χ^2 calculado; χ^2 tab. = χ^2 tabelado; GL = graus de liberdade; S² m = variância média ponderada pelos graus de liberdade; CV(%) = coeficiente de variação; D% (20) e D%(10) = semi-amplitude do intervalo de confiança da média.

Na Tabela 3 são apresentadas algumas características dendrométricas das árvores estudadas. Pode-se observar que o dap médio foi variável entre as espécies, ficando o valor médio geral em torno de 25 cm. A altura total média das árvores ficou próxima de 16 m e a altura comercial média foi de 7,5 m.

TABELA 3: Características dendrométricas das árvores estudadas.

Variáveis	<i>P. rigida</i> (70)	<i>C. canjerana</i> (98)	<i>C. fissilis</i> (69)	<i>A. leiocarpa</i> (32)	<i>C. trichotoma</i> (35)	Todas (304)
dap médio (cm)	23,7	19,7	28,3	33,3	22,3	24,8
altura total média (m)	17,8	13,8	16,9	18,4	15,3	16,1
altura comercial média (m)	6,7	7,0	7,4	9,4	9,2	7,5
altura comercial (%)	23,0	32,6	26,6	32,1	45,1	29,8

Entre parênteses: número de observações.

Conicidade e fator de forma comercial

Algumas árvores de cada espécie foram desconsideradas para o cálculo da conicidade por apresentarem diâmetro maior na altura comercial atual (em razão das bifurcações) do que em sua base.

Na Tabela 4, são apresentados os valores médios de conicidade, expressos em cm de afilamento do diâmetro por metro linear de fuste, para as cinco espécies estudadas.

TABELA 4: Valores médios de conicidade (cm/m) das cinco espécies estudadas.

	<i>P. rigida</i> (70)	<i>C. canjerana</i> (88)	<i>C. fissilis</i> (64)	<i>A. leiocarpa</i> (29)	<i>C. trichotoma</i> (33)
Mínimo	0,33	0,42	0,22	0,73	0,42
Médio	2,40	1,53	2,59	2,34	1,78
Máximo	5,68	11,65	7,11	4,91	3,98
Variância	1,941	2,669	2,376	0,983	0,945
CV (%)	58,5	106,52	59,6	42,3	54,7
Altura comercial (m)	4,0	4,5	4,7	5,9	7,0

Entre parênteses: número de observações.

A Tabela 4 mostra que as árvores estudadas apresentaram uma conicidade bastante variável, mas que, em média, pode ser comparável com a de várias espécies de *Eucalyptus*, tradicionalmente utilizadas em reflorestamentos. Oliveira *et al.* (1999), estudando conicidade em três toras iniciais do tronco, para sete espécies de eucalipto, encontraram valores médios para a primeira tora (0 a 4 m) que variaram de 1,80 cm/m para o *Eucalyptus paniculata* até 2,17 cm/m para o *Eucalyptus tereticornis*, ficando com valores intermediários a estes apresentados, as espécies *E.*

citriodora, *E. pilularis*, *E. cloeziana*, *E. urophylla* e *E. grandis*. Para a segunda tora (4 a 8 m) o *E. tereticornis* obteve o menor valor sendo de 0,45 cm/m, enquanto o *E. grandis* obteve o maior com 0,82 cm/m. Na terceira tora (8 a 12 m), o *E. urophylla* e *E. pilularis* apresentaram o menor valor com 0,47 cm/m e o *E. citriodora* o maior com 0,92 cm/m. Oliveira *apud* Oliveira *et al.* (1999) citam que a Pindaíba (*Xilopia sericea*) é uma espécie nativa de boa forma e que para 43 toras de dezoito árvores, apresentou índice médio de conicidade de 1,18 cm/m, sendo para a primeira e segunda toras de 4 m, valores de 1,57 e 0,77 cm/m respectivamente.

O Cedro foi a espécie que apresentou a maior conicidade média (2,59 cm/m), enquanto a Canjerana a menor (1,53 cm/m). Apesar de apresentar o valor máximo para essa variável (11,65 cm/m) e o maior CV (106,52%), a Canjerana foi a espécie com menor redução de diâmetro a medida que aumenta em comprimento de fuste. Já o Cedro teve a característica de afinar mais acentuadamente o seu fuste do que as outras espécies. Os menores CV para a conicidade foram da Grábia (42,3%) e do Louro (54,7%) o que representa maior homogeneidade para essa variável em relação às outras espécies.

Analisando os dados apresentados acima, percebeu-se que os valores de conicidade encontrados para as espécies estudadas nesta pesquisa estão próximos aos valores encontrados para outras espécies. A Canjerana que apresentou conicidade igual a 1,53 cm/m para altura comercial (ac) de 4,5 m e o Louro com 1,78 cm/m para a média de 7,0 m de altura comercial atual (ac) assemelharam-se à espécies de eucalipto anteriormente citadas as quais são consideradas espécies de boa forma de fuste com relação à conicidade.

Na Tabela 5, são apresentados os testes de médias efetuados com os valores de conicidade para as cinco espécies estudadas.

Pode-se observar na Tabela 5, que houve diferença significativa, quando compararam-se as médias de conicidade da Canjerana e do Louro, relativamente menores, com as médias das outras espécies.

Outra maneira de caracterizar o desvio dos troncos das árvores da forma ideal de um cilindro é pelo fator de forma, variável muito utilizada no meio florestal para o cálculo do volume de árvores singulares e, de maneira cumulativa, de povoamentos.

O fator de forma escolhido para caracterizar os troncos foi o fator de forma artificial, limitado até a altura comercial (fc), apresentado na Tabela 6, para as espécies pesquisadas.

Percebe-se, pela Tabela 6, que os valores médios de fator de forma comercial são altos, ficando próximos a um, o que não é comum para espécies florestais (Durló & Denardi, 1998; Oliveira *et al.*, 1999; Schneider *et al.*, 2000) quando considerada a altura total das árvores. Os valores calculados são altos (0,86-0,97), sobretudo, em razão da altura comercial média ter sido relativamente baixa (4,1-7,0 m), e já que a conicidade, normalmente verificada próximo à base das árvores, não é considerada na fórmula de cálculo do fator de forma artificial.

Na Tabela 5 vê-se que algumas espécies apresentaram uma conicidade alta enquanto que, na Tabela 6, aparecem com fator de forma elevado. Essa contradição, entretanto, é apenas aparente e pode ser explicada pela diferente metodologia utilizada para a determinação de uma e de outra variável. Enquanto que, para a determinação da conicidade se usa a medida do diâmetro da base da árvore, para o fator de forma, o cilindro de referência tem diâmetro equivalente ao dap da mesma.

TABELA 5: Teste t para as médias de conicidade das cinco espécies estudadas.

Comparação	Conicidade (cm/m)	Comparação	Conicidade (cm/m)
<i>P. rigida</i>	2,40	<i>C. canjerana</i>	1,53
x	*	x	*
<i>C. canjerana</i>	1,53	<i>A. leiocarpa</i>	2,34
<i>P. rigida</i>	2,40	<i>C. canjerana</i>	1,53
x	NS	x	NS
<i>C. fissilis</i>	2,59	<i>C. trichotoma</i>	1,78
<i>P. rigida</i>	2,40	<i>C. fissilis</i>	2,59
x	NS	x	NS
<i>A. leiocarpa</i>	2,34	<i>A. leiocarpa</i>	2,34
<i>P. rigida</i>	2,40	<i>C. fissilis</i>	2,59
x	*	x	*
<i>C. trichotoma</i>	1,78	<i>C. trichotoma</i>	1,78
<i>C. canjerana</i>	1,53	<i>A. leiocarpa</i>	2,34
x	*	x	*
<i>C. fissilis</i>	2,59	<i>C. trichotoma</i>	1,78

*: Médias diferem pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade de erro.

NS: Diferença entre médias não é significativa pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Conforme a Tabela 6, o Angico foi a espécie que apresentou o maior fator de forma médio, igual a 0,97, para uma altura comercial média de 4,1 m. O Louro foi a espécie com o menor fator de forma médio, igual a 0,86, para uma altura comercial média de 7,0 m.

Os valores mínimo e máximo de fator de forma comercial foram encontrados, respectivamente, para o Angico (0,58) e para a Canjerana (1,28). Percebe-se que o CV variou de 10,3% para a Grápia a 15,8% para o Louro o que representa ser a Grápia a espécie mais uniforme com relação ao fator de forma comercial.

TABELA 6: Fator de forma comercial (fc) calculado para as cinco espécies estudadas.

	<i>P. rigida</i> (68)	<i>C. canjerana</i> (88)	<i>C. fissilis</i> (63)	<i>A. leiocarpa</i> (28)	<i>C. trichotoma</i> (33)
Mínimo	0,58	0,75	0,75	0,73	0,60
Média	0,97	0,94	0,93	0,90	0,86
Fator de forma Máximo	1,23	1,28	1,20	1,09	1,06
Variância	0,016	0,011	0,011	0,009	0,019
CV (%)	13,2	11,3	11,1	10,3	15,8
Altura comercial (m)	4,1	4,5	4,7	6,0	7,0

Entre parênteses: número de observações.

Os resultados assemelham-se aos obtidos por Durlo & Denardi (1998) que, pesquisando sobre morfometria de Canjerana, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul, observaram a existência de canjeranas bastante cilíndricas (fator de forma 0,94), ao lado de outras com grande conicidade (fator de forma 0,40). O fator de forma comercial (fc) encontrado pelos mesmos autores, teve menor amplitude de variação, possuindo o valor médio em 0,84 e os extremos 0,76 e 1,07. Constataram também que fatores de forma superiores à unidade se devem ao eventual engrossamento do tronco pouco abaixo da inserção dos galhos, posição que foi definida como altura comercial.

Os valores encontrados para as espécies estudadas são, porém, bem superiores e muito mais variáveis que os obtidos por Schneider, *et al.*, 2000 em estudo de crescimento de *Tabebuia impetiginosa*, na depressão central do estado do Rio Grande do Sul, que encontrou valores de fator de forma comercial, variando de 0,70 a 0,71, dos 7 aos 21 anos respectivamente.

Estudando fator de forma médio para duas alturas do tronco das árvores de sete espécies de eucalipto, Oliveira *et al.* (1999) encontraram valores que variaram de 0,45 (*E. grandis*) a 0,60 (*E. paniculata*), para altura correspondente a um diâmetro do tronco igual a 5 cm. Valores de 0,62 (*E. grandis*) a 0,82 (*E. paniculata*) foram encontrados para altura com diâmetro do tronco igual a 15 cm. Em consequência da diminuição da altura considerada no cálculo, (de 5 para 15 cm), percebe-se que esses valores aumentaram, ficando próximos dos valores de fator de forma comercial encontrados para as espécies desta pesquisa.

Para se constatar diferença entre as médias de fator de forma comercial para as cinco espécies pesquisadas, realizaram-se comparações pelo teste t, que são apresentadas na Tabela 7.

TABELA 7: Teste t para as médias de fator de forma comercial das cinco espécies estudadas.

Comparação	Fator de forma	Comparação	Fator de forma
<i>P. rigida</i>	0,97	<i>C. canjerana</i>	0,94
x	NS	x	NS
<i>C. canjerana</i>	0,94	<i>A. leiocarpa</i>	0,90
<i>P. rigida</i>	0,97	<i>C. canjerana</i>	0,94
x	NS	x	*
<i>C. fissilis</i>	0,93	<i>C. trichotoma</i>	0,86
<i>P. rigida</i>	0,97	<i>C. fissilis</i>	0,93
x	*	x	NS
<i>A. leiocarpa</i>	0,90	<i>A. leiocarpa</i>	0,90
<i>P. rigida</i>	0,97	<i>C. fissilis</i>	0,93
x	*	x	*
<i>C. trichotoma</i>	0,86	<i>C. trichotoma</i>	0,86
<i>C. canjerana</i>	0,94	<i>A. leiocarpa</i>	0,90
x	NS	x	NS
<i>C. fissilis</i>	0,93	<i>C. trichotoma</i>	0,86

*: Médias diferem pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade de erro.

NS: Diferença entre médias não é significativa pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade de erro.

A comparação de médias, apresentada pela Tabela 7, mostrou que o Angico, a Canjerana e o Cedro não apresentam fator de forma diferente entre si. A Grápia apresentou fator de forma significativamente menor que o do Angico e foi similar às outras espécies. O Louro, por sua vez, só não diferiu significativamente da Grápia.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos para as variáveis estudadas pode-se concluir que:

A metodologia empregada neste trabalho mostrou-se adequada para seu objetivo principal: a caracterização da conicidade e do fator de forma comercial das espécies nativas selecionadas para estudo.

A conicidade do tronco foi bastante variável. Foi possível detectar diferenças significativas entre as espécies sendo que a Canjerana e o Louro apresentaram menor conicidade que o Angico, o Cedro e a Grápia. O maior e o menor valor de conicidade média, encontrados para as espécies estudadas são, respectivamente, 2,59 cm/m para o Cedro e 1,53 cm/m para a Canjerana.

Quanto ao fator de forma comercial (fc), também foi observada grande variação (0,86 para o Louro a 0,97 para o Angico). O Angico, a Canjerana e o Cedro não apresentam diferença significativa entre si. A Grápia apresentou fator de forma significativamente menor que o do Angico e foi similar às outras espécies, e o Louro só não diferiu significativamente da Grápia.

Com relação a forma dos troncos (representada pela conicidade e pelo fator de forma) não se pode excluir as áreas de florestas nativas como potencialmente produtoras de madeira.

Os resultados do trabalho suscitam desdobramentos para a solução de questões inerentes ao ritmo de crescimento e à possibilidade de reflorestamentos com espécies florestais nativas, bem como à condução das matas de regeneração natural com vistas à exploração madeireira sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITTERLICH, W. **The relascope idea. Relative measurements in forestry.** Norfolk: Commonwealth Agricultural Bureaux. Farnham Royal, 1984. 242 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife: 1973. 431 p. (Boletim Técnico; n. 30)

BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. **Inventário florestal da região da Quarta Colônia de imigração italiana do Rio Grande do Sul – Santa Maria**, RS. Santa Maria, 1998. 213 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Brasília: EMBRAPA/CNPQ, 1994. 640 p.

DURLO, M. A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n.1, p. 55-66, 1998.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal.** Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269 p.

KNIGGE & SCHULZ. **Grundriss der forstbenutzung.** Hamburg und Berlin Verlag Paul Parey, 1966. 313 p.

KOLLMANN, F. **Technologie des holzes und der holzwerkstoffe.** Berlin: Springer-Verlag, 1951. 326 p.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. **Vegetação.** In: IBGE. Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v. 2. p. 113-150.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 1998. v. 1. 352 p.

LOSANT G. **Untersuchung zur Produkt-und Sortimentgestaltung bei schwachem Kiefern-Rohholz (Pinus sylvestris L.).** Freiburg: Hochschulverlag, 1983. 143 p.

MAYER, H. **Waldbau.** Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1977. 483 p.

MITSCHERLICH, G. **Wald, Wachstum und Umwelt. Eine Einführung in die ökologischen Grundlagen des Waldwachstums. Form und Wachstum von Baum und Bestand.** I Auflage. Frankfurt: J.D. Sauerländer's Verlag, 1978. 144 p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41 p.

OLIVEIRA, J. T. da S., HELLMMEISTER, J. C., SIMÕES, J. V. *et al.* Caracterização da madeira de sete espécies de eucalipto para a construção civil: 1- avaliação dendrométrica das árvores. *Scientia Forestalis*, n. 56, p. 113 – 124, dez. 1999. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr56/cap.08.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2001.

PEDROSO, O.; MATTOS, J. R. Estudo sobre madeiras do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis “Ataliba Paz”, 1987. 181 p. (Publicação IPRNR; n. 20)

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1988. 525 p.

- RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: Edgard Blücher, 1995. 296 p.
- SCHILLING, A. C.; SCHNEIDER, P. R.; HASELEIN, C. R. *et alii*. Influência de diferentes intensidades de desrama sobre a porcentagem de lenho tardio e quantidade de nós da madeira de primeiro desbaste de *Pinus elliottii* Engelman. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n.1, p.115-127, 1998.
- SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1993. 348 p.
- SCHNEIDER, P. S. P.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento do ipê-roxo, *Tabebuia impetiginosa* Martius ex A. P. de Candolle, na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 91-100, 2000.
- SNEDECOR, W. G.; COCHRAN, G. W. **Métodos estatísticos**. México: C.E.C.S.A., 1974, p. 366-369.
- SPSS – Statistical Package for the Social Sciences. Programa de computador, ambiente Windows. Versão 7.5. Chicago, 1996.
- STORCK, L.; LOPES, S. J.; LÚCIO, A. D. **Introdução à experimentação**. Santa Maria: UFSM/CCR/DF, 2000. 54 p.
- ZIMMERMANN, M. H.; BROWN, C. L. **Trees structure and function**. New York: Springer Verlag, 1974. 336 p.

CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE PARA RESULTADOS DE ANÁLISES DE N, P, K E Ca EM ACICULAS DE *Pinus* sp.⁴

QUALITY ESTATISTIC CONTROL FOR ANALITICAL N, P, K AND Ca RESULTS IN NEEDLES OF *Pinus* sp.¹

Rafael Augusto Rossato de Rossato⁵ Alessandro DalCol Lucio⁶ Mauro Valdir Schumacher⁷ Eduardo Righi dos Reis²
Alexandre Francisco Binotto² Fabiano de Oliveira Fortes⁸

RESUMO

O objetivo do trabalho foi determinar a qualidade estatística dos resultados encontrados nas análises de nutrientes em acículas de *Pinus* sp., estabelecendo limites inferiores e superiores para decidir se um resultado deve ser aceito ou não, dentro de um padrão de qualidade, por meio de gráficos de controle de resultados. Para isso, foram coletados os resultados de análise dos nutrientes N, P, K e Ca em acículas de *Pinus* sp., realizados no Laboratório de Ecologia Florestal entre 2000 e 2004, determinando a média e os desvios-padrão para cada amostra. Calculou-se os limites superiores e inferiores de rejeição somando à média dos resultados os respectivos desvios-padrão multiplicados por um fator tabelado em função do número de amostras. Os resultados permitem concluir que, por meio dos gráficos de controle, os resultados apresentam ampla faixa de valores entre os limites de rejeição para os nutrientes N, P, K e Ca em acículas de *Pinus* sp., indicando se um resultado é confiável dentro da distribuição em que ele ocorre no laboratório.

Palavras-chave: controle estatístico da qualidade, nutrientes, *Pinus* sp.

ABSTRACT

The objective of it work was determinate the quality statistic control for analytical nutrients results in needles of *Pinus* sp., establishing superior and inferior limits to decide if a result might be accepted or not, inside of quality pattern, through the control graphics results. It was collected analytical results of N, P, K and Ca nutrients in needles of *Pinus* sp. between 2000 and 2004 in Forest Ecology Laboratory, determining its mean and standard deviation for each sample. The superior and inferior rejection limits was calculated with mean added to standard deviation multiplied by a table factor concerning the number of samples. The results allowed concluding that control graphics presented several values among rejection limits for N, P, K and Ca nutrients in needles of *Pinus* sp., showing if a result is reliable inside the distribution, which it occurs in the laboratory.

Key words: quality statistic control, nutrients, *Pinus* sp.

INTRODUÇÃO

As análises de nutrientes em tecidos vegetais de espécies florestais, como qualquer tipo de análise, estão sujeitas a diversos tipos de erros que são inevitáveis, sendo importante mantê-los sob controle. Esses erros podem ser detectados em um laboratório de análises químicas de nutrientes em tecidos, podendo ocorrer durante o processo de preparo das amostras ou na determinação quantitativa ou qualitativa das mesmas.

Ao obter resultados analíticos de amostras químicas, os valores podem apresentar erros aleatórios que só podem ser detectados por meio de procedimentos estatísticos, ou ainda erros sistemáticos decorrentes de erros pessoais ou causados por equipamentos, calibrações ou procedimentos inadequados e/ou ineficientes.

Os valores ou medidas resultantes das análises devem ser exatos, precisos e o mais próximo possível do verdadeiro para que possam ser reproduzidos em análises independentes. Erros de exatidão e tendenciosidade não são incomuns em laboratórios.

Geralmente, obtém-se resultados diferentes ao medir várias vezes uma mesma grandeza, de tal modo que, se o laboratório estiver funcionando adequadamente, os resultados obedecem uma distribuição normal, onde os dados são distribuídos simetricamente em torno de um valor central à média. Essa distribuição fornece a base estatística para a

⁴ Parte integrante de dissertação em Mestrado do primeiro autor no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Santa Maria.

⁵ Eng. Florestal, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900 Santa Maria-RS. E-mail: rossato@mail.ufsm.br

⁶ Prof. Dr. do Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria-RS.

⁷ Prof. Dr. nat techn. do Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria-RS.

⁸ Eng. Florestal, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900 Santa Maria-RS.

delimitação do intervalo, dentro do qual um resultado analítico deve ficar para ser considerado correto, com um determinado nível de probabilidade (Costa Neto, 1997).

Diversos fatores aleatórios contribuem para a incerteza de qualquer medida ou determinação. Diante disto, os critérios de avaliação da qualidade dos resultados de uma análise devem ser embasados em valores numéricos. Assim, a confecção de gráficos de controle de resultados é a melhor alternativa para a indicação imediata de desvios da qualidade dentro de limites pré determinados, evitando a baixa precisão ou baixa exatidão de um resultado.

O controle de qualidade no laboratório, via gráficos de controle de resultados, visa decidir se resultados produzidos são aceitáveis ou devem ser descartados. Os valores encontrados devem girar em torno da média dos resultados, não ultrapassando um limite inferior e um limite superior estabelecidos num intervalo de confiança com erro pré-definido.

Independente se o resultado for considerado como um teor alto, médio ou baixo para as necessidades nutricionais das plantas, a determinação dos limites deve abranger essa amplitude de resultados. Portanto, não se sabe qual é a faixa de resultados que indica que uma determinação de nutrientes em uma amostra de tecido encontra-se dentro dos limites aceitáveis, independente do status nutricional da planta.

O objetivo do trabalho foi determinar a qualidade estatística dos resultados encontrados nas análises de nutrientes em acículas de *Pinus* sp., onde a amplitude destes resultados não resultem na extrapolação dos mesmos e, sim, o estabelecimento de limites inferiores e superiores para decidir se o resultado deve ser aceito ou não, dentro de um padrão de qualidade.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os erros podem ser agrupados em duas categorias: os indeterminados (ou aleatórios) e os sistemáticos (ou determinados). Os indeterminados ocorrem aleatoriamente, não possuem valores definidos e só podem ser considerados por meio de procedimentos estatísticos. Os sistemáticos possuem valores definidos e o resultado, em princípio, pode ser corrigido.

Cantarella *et al.* (2001) cita exemplos de erros sistemáticos em laboratórios como os causados por calibrações inadequadas de buretas, pipetas e balanças, limitações dos equipamentos e dilatação de balões volumétricos devido a temperatura e procedimentos analíticos viciados ou impróprios.

Federer (1977) salientou que existem outros fatores que inflacionam o erro. Já Storck & Lopes (1992) destacam esses mesmos fatores como sendo as principais fontes de erro, tais como a heterogeneidade das amostras e do material amostral.

Segundo Lourenço Filho (1982), o controle de qualidade é um sistema amplo e complexo que visa estabelecer, melhorar e assegurar a qualidade dos resultados em níveis econômicos, de precisão e exatidão, reduzindo os erros para atender as necessidades de quem utiliza esses resultados.

Cantarella *et al.* (2001) salienta que um laboratório deve fornecer resultados exatos e precisos, sendo a exatidão referente à proximidade do resultado obtido com o valor verdadeiro. A tendência (viés ou bias) representa a diferença constante do valor determinado com o valor verdadeiro, sendo uma medida do erro sistemático. A precisão está relacionada à capacidade de reprodução de um valor em medidas independentes realizadas em um mesmo dia ou em dias diferentes.

O controle de qualidade feito no laboratório tem como objetivo decidir se os resultados analíticos produzidos são aceitáveis ou devem ser descartados. Diante disso, Cantarella *et al.* (2001) diz que os critérios de avaliação do desempenho instrumental e da qualidade dos resultados de uma análise devem ser embasados em valores numéricos, denominado variáveis. Em uma determinação sempre é observado uma medida quantitativa (R), em que a concentração (C) ou a quantidade (q) da espécie contida na amostra é derivada desta observação.

Segundo Lourenço Filho (1982), as variáveis são um tipo de resultado numérico dentro de uma escala que pode ser dividida ilimitadamente, podendo tomar qualquer valor dentro da escala, porém, fica limitada pela precisão do processo de medir.

Cantarella *et al.* (2001) destaca que, se uma mesma medida for repetida n vezes, os valores das respostas analíticas provavelmente não serão os mesmos em cada observação. O termo usado para descrever essa variação é a estimativa do desvio-padrão (s). O desvio-padrão relativo (s_r) é o valor de s dividido pela média, geralmente conhecido como Coeficiente de Variação, quando expresso em porcentagem, e s^2 é a variância. Conforme Zanon (1996), o coeficiente de variação é inversamente proporcional ao grau de precisão de uma determinação, isto é, quanto maior o coeficiente de variação menor é a precisão de um resultado.

Quando torna-se difícil o controle de certos processos contínuos, Eleoterio *et al.* (1996) diz que a melhor alternativa é utilizar gráficos de controle que têm como função principal a indicação imediata de tendências de desvios da qualidade nos limites pré-determinados. Além de indicar a ultrapassagem destes limites, os gráficos servem, principalmente, para controle de influências responsáveis pela qualidade insatisfatória dos resultados, evitando a baixa precisão ou exatidão de um resultado e a eliminação posterior do mesmo. Bravo (1995) também afirma que o principal dispositivo para o controle da produção de resultados são os gráficos de controle, que são procedimentos adotados com o objetivo de indicar, de forma simples e eficiente, um eventual descontrole na obtenção dos valores. O mesmo autor descreve o gráfico de controle de Walter Shewhart, criado em 1924, que consiste em três linhas paralelas: uma linha central, que reflete o nível de operação do processo, e duas linhas externas, denominadas limite de controle superior (LCS) e limite de controle inferior (LCI).

Segundo Lourenço Filho (1982), esse gráfico considera que, mesmo sob controle, em um processo ocorre variações inevitáveis passíveis de controle estatístico.

Para Cunha (1997), um dos gráficos mais utilizados para controle de variáveis é o gráfico $\bar{x} - r$, onde \bar{x} é média e r amplitude. Mas, quando o tamanho da amostra é maior que 10 (dez) observações (n), os gráficos $\bar{x} - s$ (média e desvio-padrão ou dispersão) são os mais usados ao invés do $\bar{x} - r$. Diante disto, Siqueira (1997) concluiu que as cartas de controle dependem, em parte, do tamanho da amostra (subgrupos) e do tipo de dado que se quer analisar.

Conforme Lourenço Filho (1982), um processo sob controle pressupõe que o conjunto de resultados tenha uma distribuição normal estável, onde a média e o desvio-padrão permanecem constantes. Quando a variabilidade se torna anormal, as alterações nos parâmetros indicam que os resultados estão fora de controle.

Ao medir várias vezes uma grandeza, geralmente obtêm-se resultados diferentes em cada medição, de tal modo que, se o laboratório estiver funcionando adequadamente e o tamanho da amostra for grande (n observações), os resultados devem obedecer a uma distribuição normal (Gaussiana) com média \bar{x} e desvio-padrão s , de acordo com o Teorema do Limite Central, descrito por Costa Neto (1977). Nessa distribuição, os dados são distribuídos simetricamente em torno de um valor central à média, sendo representada por uma curva em forma de sino. Essa curva fornece a base estatística para a delimitação do intervalo, dentro do qual um resultado analítico deve ficar para ser considerado correto, com um determinado nível de probabilidade. A área sob essa curva é delimitada pelos intervalos compreendidos entre $\bar{x} \pm s$, $\bar{x} \pm 2s$ e $\bar{x} \pm 3s$, onde \bar{x} é a média e s o desvio-padrão, que contém 68,2 %, 95,4 % e 99,7 % dos dados, respectivamente, incluídos nessa área.

Klesta & Bartz *apud* Cantarella *et al.* (2001) sugerem que os gráficos de controle para análises de nutrientes podem ter um limite de precaução igual a $\bar{x} \pm 2s$ e limites de rejeição de $\bar{x} \pm 3s$.

Siqueira (1997) interpreta os gráficos de controle dividindo a amplitude de resultados entre os limites de controle superior e inferior em faixas de porcentagens, onde 68 % dos resultados giram em torno do valor central e os outros 32 % aproximam-se dos limites superior e inferior, indicando se um processo encontra-se sob controle ou não.

Porém, a variação dos teores de nutrientes em acículas de *Pinus* sp. ocorre devido a vários fatores, como a idade das árvores, sítio, posição na copa e época de coleta das amostras (De Hoogh, 1981).

Reissmann *et al.* (1976) comparou os teores de nutrientes em árvores com diferentes idades e encontrou diferença significativa para os nutrientes N, K, Fe e Mn, enquanto que para P, Ca e Mg não ocorreu variação significativa entre as idades. Já De Hoogh (1981) não encontrou diferenças entre árvores mais novas e mais velhas, enquanto Simões *et al.* (1973) encontrou valores baixos para N e K nas árvores mais novas comparadas com as mais velhas.

A distribuição vertical de nutrientes na copa das árvores está relacionada com os diversos tipos de solos e condições fisiológicas locais, onde elementos como o P, K, Ca e Mg mostram variações regulares de acordo com a posição das amostras de acículas na copa (De Hoogh, 1981). O autor também destaca condições anormais de umidade que influenciam na redução dos teores de N, P, Zn e Cu após uma seca extrema.

Reissmann *et al.* (1976) observou significativas variações sazonais nos teores de nutrientes em uma mesma árvore, onde os níveis de N, P e K mostraram um padrão de oscilação nas amostras coletadas entre o verão e o inverno. Binkley (1986) também demonstrou pequenas flutuações nos teores de N em acículas novas e velhas em relação à época do ano. Essas variações diferem consideravelmente entre as espécies de pinheiro e podem ser explicadas pela translocação interna de nutrientes e mudanças no padrão de crescimento fisiológico.

Portanto, com relação a variação dos nutrientes em acículas de *Pinus* sp, fica claro que as tendências apresentadas não seguem um padrão e são, aparentemente, dependentes das condições edáficas e fisiológicas em cada sítio (De Hoogh, 1981).

MATERIAL E MÉTODO

O trabalho foi realizado a partir de resultados de análise nutricional de tecidos obtidos no Laboratório de Ecologia Florestal, do Departamento de Ciências Florestais, na Universidade Federal de Santa Maria, onde são realizadas as análises químicas, fornecendo laudos com resultados que indicam as quantidades ou concentrações dos principais macro e micronutrientes encontrados nas amostras.

O gênero florestal selecionado para o estudo foi o *Pinus*, sendo dividido em amostras por nutrientes e data de determinação. O banco de dados dos resultados das análises realizadas entre o ano 2000 e início de 2004, foi composto por planilhas do Microsoft Excel com as amostras demonstrando os teores de cada nutriente em cada amostra.

Para o levantamento dos dados referentes as análises nutricionais das amostras, foram coletados todos os resultados dos macronutrientes N, P, K e Ca, identificando se os mesmos pertenciam as acículas de *Pinus* sp. Os dados referentes às amostras foram cadastrados em planilhas do Microsoft Excel, identificando a data e o tipo de análise nutricional.

Os subgrupos para a análise dos dados foram compostos pelas amostras, com n observações, retiradas do banco de dados dos resultados e organizados na ordem cronológica das datas de determinação para cada nutriente determinado nas análises.

O pressuposto básico para determinação do valor central e dos limites de controle superior e inferior é expresso pelas equações:

$$LCS = x + 3s$$

$$VC = x$$

$$LCI = x - 3s$$

Onde a x (média) mais ou menos 3 vezes s (desvio-padrão) representa a faixa de resultados sob controle, sendo x o valor central (VC), LCI o limite de controle inferior e LCS o limite de controle superior.

Para o gráfico de controle $x - s$ (média e desvio-padrão ou dispersão), o valor central e os limites foram calculados por:

$$LCS = X + A_3S$$

$$VC = X$$

$$LCI = X - A_3S$$

Onde X é a média das médias dos subgrupos, que é calculado por:

$$X = 1/m \cdot \sum x_i$$

x_i – média do subgrupo i

m – número de subgrupos

E, S é a média dos desvios-padrão dos subgrupos, calculado por:

$$S = 1/m \cdot \sum s_i$$

s_i – desvio-padrão do subgrupo i

m – número de subgrupos

A_3 é tabelado em função do número de observações (n), em Lourenço Filho (1982).

Como pode-se observar, os limites foram calculados em função das médias dos desvios-padrão dos subgrupos multiplicados por um fator tabelado e somados às médias, onde o valor central corresponde à média das médias dos subgrupos. Cada subgrupo i foi formado por n observações (amostras) que possuem resultados de análises realizados em uma data para um determinado nutriente em acículas de *Pinus* sp.

Em seguida, com posse dos valores centrais e dos limites inferiores e superiores estabelecidos, foi possível confeccionar os gráficos de controle para cada nutriente com o assistente de gráfico do Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico de controle apresenta no eixo das abscissas (x) a data dos subgrupos, indicando o ano de determinação das amostras. O eixo das ordenadas (y) indica a variação dos resultados de análises nutricionais, compreendidos entre os limites inferiores e superiores, que são representados por linhas tracejadas retas e não-contínuas. O valor central (média) é representado por uma linha reta cheia e contínua. Os limites de precaução correspondem ao valor entre o valor central e o limite superior ou inferior correspondente, sendo representados por linhas tracejadas retas e contínuas.

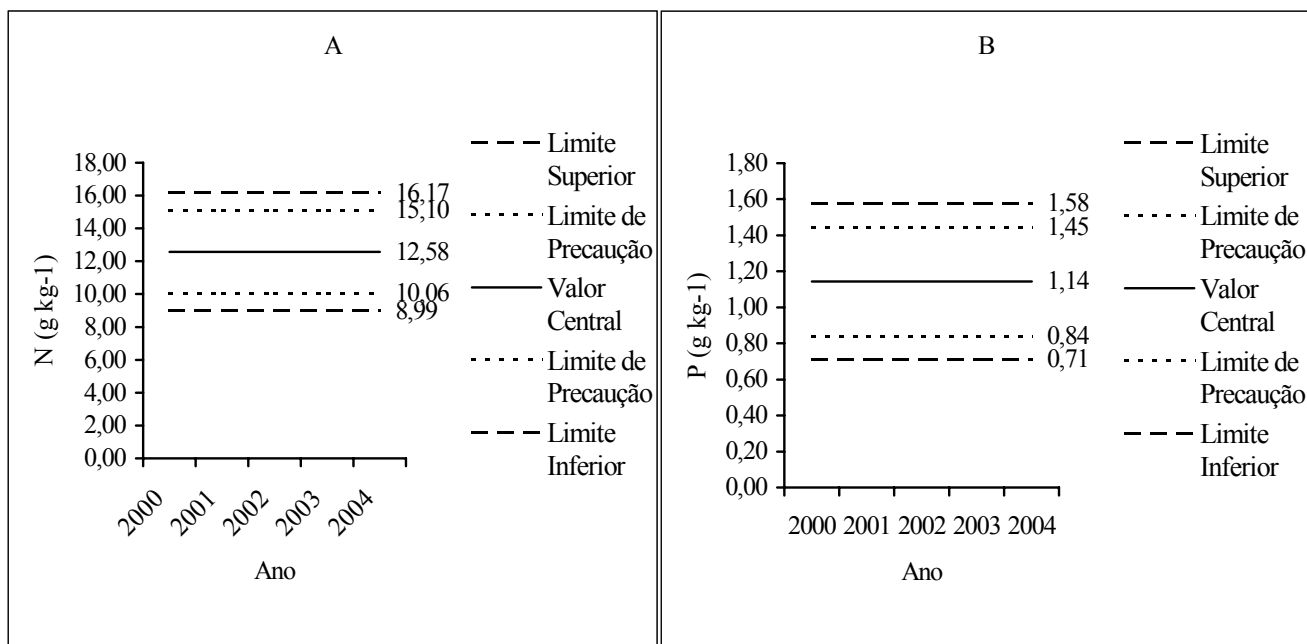


FIGURA 1. Gráficos de controle para resultados de N (A) e P (B), em g kg⁻¹, em acículas de *Pinus* sp.

Observa-se que o limite superior de rejeição para resultados de N em acículas de *Pinus* sp. é 16,17 g kg⁻¹ e o limite inferior é 8,99, enquanto que para resultados de P, os limites superior e inferior são 1,58 e 0,71, respectivamente. Malavolta *et al.* (1997) encontrou teores de N entre 12 e 13 g kg⁻¹ e teores de P entre 1,4 e 1,6 g kg⁻¹. Já De Hoogh (1981) demonstrou valores variando entre 10,6 e 22 g kg⁻¹ para N e 0,7 e 2,0 g kg⁻¹ para P. Reissmann & Wisniewski (2000) observaram teores entre 16,8 e 20 g kg⁻¹ para N e 1,2 e 1,9 g kg⁻¹ para P.

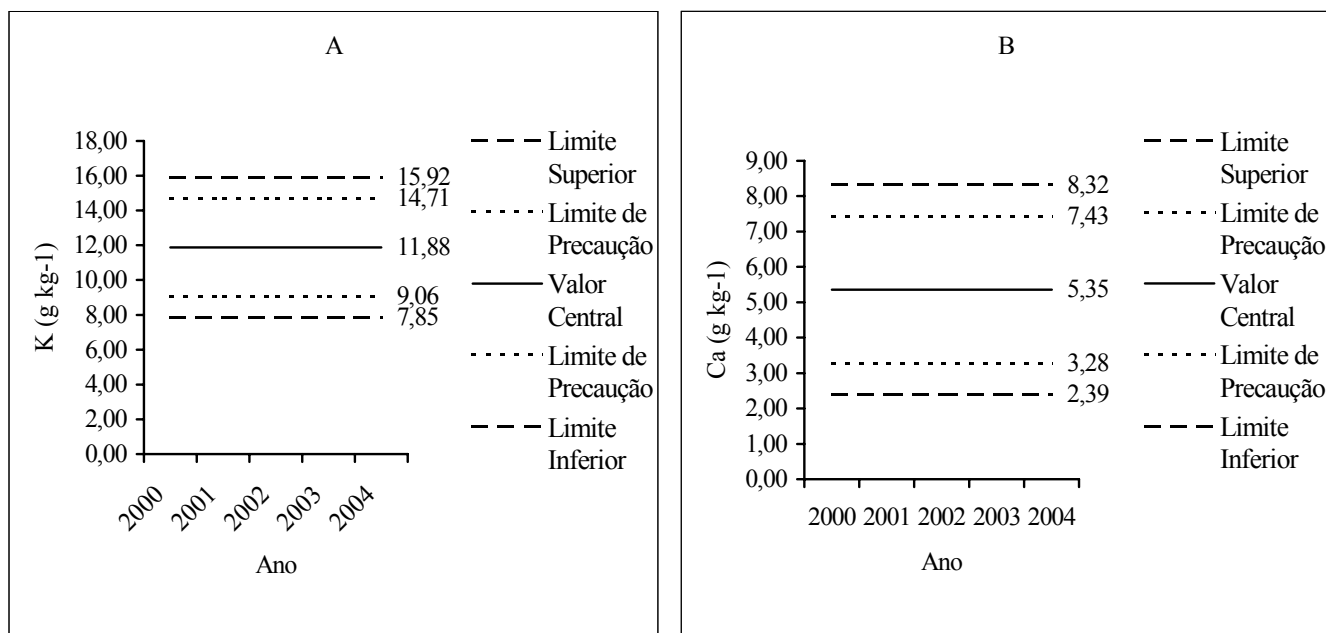


FIGURA 2. Gráficos de controle para resultados de K (A) e Ca (B), em g kg⁻¹, em acículas de *Pinus* sp.

O limite superior de rejeição para resultados de K em acículas de *Pinus* sp. é 15,92 g kg⁻¹ e o inferior é 7,85. Para resultados de Ca, os limites superior e inferior de rejeição são de 8,32 e 2,39, respectivamente.

Malavolta *et al.* (1997) encontrou teores de K entre 10 e 11 g kg⁻¹ e teores de Ca entre 3 e 5 g kg⁻¹. Já De Hoogh (1981) demonstrou valores variando entre 2,2 e 12 g kg⁻¹ para K e 1 e 5 g kg⁻¹ para Ca. Reissmann & Wisniewski (2000) observaram teores entre 3 e 6,2 g kg⁻¹ para K e 0,8 e 1,6 g kg⁻¹ para Ca, sendo que estes resultados

não se enquadram dentro dos limites estabelecidos para acículas de *Pinus* sp. nos gráficos de controle. Deve-se salientar que esses autores consideram seus resultados como adequados para o status nutricional das plantas.

Os resultados encontrados para os diferentes nutrientes em acículas de *Pinus* sp. mostram uma variada amplitude entre os limites superior e inferior. Essa amplitude decorre da faixa de resultado determinado nas análises químicas dos elementos, indicando que alguns nutrientes apresentam uma ampla faixa de teores nutricionais, bem como uma concentração muito baixa, como é o caso do P. O número de observações também pode afetar a amplitude dos resultados nos limites superior e inferior, onde um menor número de amostras pode acarretar somente a faixa de resultados dessas amostras. Da mesma maneira, a calibração dos equipamentos envolvidos e os procedimentos, tanto de amostragem como da análise, podem ser fontes de erros. Outros fatores a serem considerados é o tipo de pinheiro e a idade das árvores, bem como o sítio onde elas se desenvolveram, a época e o local na copa das árvores onde foi coletado as amostras, que afetam diretamente o status nutricional das plantas.

De maneira geral, os valores encontrados encontram-se dentro dos resultados demonstrados por Malavolta *et al.* (1997) em avaliação do status nutricional de plantas de *Pinus* sp., indicando boa adequação da metodologia aplicada para classificar os limites inferiores e superiores dos nutrientes N, P, K e Ca em acículas de *Pinus* sp.

CONCLUSÕES

O limite superior de rejeição encontrado para resultados de N em acículas de *Pinus* sp. foi 16,17 e o limite inferior foi 8,99 g kg⁻¹. Já o limite superior para resultados de P foi 1,58, enquanto o limite inferior foi 0,71 g kg⁻¹. Para resultados de K, o limite superior foi 13,37 e o limite inferior 3,75 g kg⁻¹. O limite superior para resultados de Ca em acículas de *Pinus* sp. foi 8,32, enquanto o limite inferior foi 2,39 g kg⁻¹.

Assume-se, dessa forma, que valores encontrados dentro dos limites de precaução e de rejeição, tanto superior como inferior, podem ser considerados suspeitos e deverão passar por uma “contraprova”, enquanto os resultados acima dos limites de rejeição superior ou abaixo do inferior, deverão ser descartados e realizadas novas análises com a finalidade de verificar o motivo dos valores observados.

Recomenda-se a realização da determinação dos limites levando em consideração a idade das árvores e o sítio aonde se desenvolveram.

BIBLIOGRAFIABIBLIOGRÁFICAS

BINKLEY, D. **Forest Nutrition Management**. A Wiley-Interscience publication. John Wiley & Sons, New York. 1986. 290 p.

BRAVO, P.C. Controle Estatístico da Qualidade. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade de Biometria, 40^a & Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica, 6^a. **Anais**. Ribeirão Preto: USP. 1995. 71p.

CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & ANDRADE, J.C. Controle de Qualidade dos Resultados Analíticos. In: Análise Química de Solos Tropicais. Piracicaba: **IPEF**, 2001. 387 p.

COSTA NETO, P.L.O. **Estatística**. São Paulo: Edgar Blucher, 1977. 264 p.

CUNHA, P.R.R. Controle Estatístico do Processo. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 42. Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrícola, 7^a. **Anais**. Recife, UFPE, 1997.

DE HOOGH, R.J. **Site Nutrition Growth relationships of *Araucaria angustifolia* in southern Brazil**. Inaugural Dissertation, Universität zu Freiburg im Breisgau, 1981. 161p.

ELEOTERIO, J.R.; STORCK, L. & LOPES, S.J. Caracterização de peças de madeira produzidas em serraria visando o controle de qualidade. **Ciência Florestal**: Santa Maria, UFSM, v.6, n.1. 1996. p. 89-99

FEDERER, W.T. **Experimental Design: Theory and Application**. New York: Oxford & IBH, 1977. 59 p.

LOURENÇO FILHO, R.C.B. **Controle Estatístico de Qualidade**. Rio de Janeiro, LTC Editora S.A., 1982. 223 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2^a edição – Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

REISSMANN, C.B.; HILDEBRAND, E.E.; BLUM, W.E.H. & BURGER, L.M. Metodologia da amostragem e análise das acículas de *Araucaria angustifolia*: influência da idade das acículas. **Floresta**, n.7,v.1.,1976. p. 5-12

REISSMANN, C.B. & WISNEWSKI, C. Aspectos nutricionais de plantios de *Pinus* sp. In: Nutrição e Fertilização Florestal. Eds. Gonçalves, L.M. e Benedetti, V. – Piracicaba: **IPEF**, 2000. p. 135-166

SIMÕES, J.W.; COUTO, H.T.Z. & KAJIYA, S. Tolerância da *Araucaria angustifolia* a teores crescentes de alumínio. **IPEF**, n.6, 1973. p. 93-102

SIQUEIRA, L.G.P. **Controle Estatístico do Processo**. Equipe Grifo, São Paulo: Ed. Pioneira, 1997. 129 p.

STORCK, L. & LOPES, S. J. **Experimentação II**. Santa Maria. UFSM/CCR, Depto de Fitotecnia, 1992. 2 ed. 205 p.

ZANON, M. L. B. **Tamanho e Forma Ótimos de Parcelas Experimentais para *Eucalyptus saligna* Smith.** Santa Maria, RS. 78 p. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFSM, 1996.

ASPECTOS FITOSSOCIOLÓGICOS DE TRÊS SUB-FORMAÇÕES FLORÍSTICAS ENCONTRADAS EM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL RIPÁRIA, CACHOEIRA DO SUL, RS, BRASIL

PHYTOSOCIOLOGICAL ASPECTS OF THREE FLORISTIC SUB FORMATIONS IN A DECIDUOUS RIPARIAN FOREST FRAGMENT, CACHOEIRA DO SUL, RS, BRAZIL

Maristela Machado Araujo¹ Solon Jonas Longhi² Angelise Mendes³ Suzane Bevilacqua Marcuzzo⁴
André Terra Nascimento⁵ Antônio Machado⁶

RESUMO

O estudo teve como objetivo analisar aspectos fitossociológicos de três sub formações florísticas encontradas em fragmento de Floresta Estacional Decidual Ripária. A vegetação arbórea e arbustiva foi inventariada, utilizando-se faixas perpendiculares ao rio, as quais apresentaram 10 m de largura e comprimento que variou com a largura da floresta, sendo sub divididas em unidades amostrais de 10x10 m, onde foram identificados indivíduos com circunferência a 1,3m (CAP) \geq 15 cm, e registrados seus respectivos valores de circunferência e altura. Em três sub-formações florestais (S-F₁, S-F₂ e S-F₃) foi observado que: a S-F₁, caracterizada por ter maior influência das enchentes e lençol freático mais próximo da superfície, apresentou como espécie predominante *Sebastiania commersoniana*; a S-F₂, que ocorreu na parte central do fragmento com forte influência dos extravasamentos e enchentes, predominou *Cupania vernalis*; e na S-F₃, também na porção central, onde ocorreu maior influência do lençol freático, destacou-se *Casearia sylvestris* e *Allophylus edulis*.

Palavras-chave: Floresta ripária; fragmento de floresta, fitossociologia; gradiente ambiental.

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the phytosociological aspects of three floristics sub-formations found in a Seasonal Deciduous Riparian Forest fragment. The vegetation of trees and shrubs was inventoried using strips with 10 m wide that were laid out perpendicular to the river. The strips were divided into 10 x 10 m plots. Within each plot were identified and measured circumference and height of all individuals with a girth at breast height (GBH) \geq 15 cm. In three forest subformations (S-F₁, S-F₂ e S-F₃) were observed that: S-F₁ was characterized by a higher influence of flooding and the ground water table was closer to the surface, presented as predominant species *Sebastiania commersoniana*; in S-F₂, occurring in the central part of the fragment, but presented a strong influence from flooding and inundation, there *Cupania vernalis* prevailed; and S-F₃, also in the central part of the fragment, experienced the greatest influence from the ground water with *Casearia sylvestris* and *Allophylus edulis*.

Key words: Riparian forest; forestry fragment; phytosociology; environmental gradient.

INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, a economia está fortemente associada às atividades agrícolas que, em muitos casos, tem causado pressão aos ecossistemas ripários, conduzindo-os a fragmentação. Os estudos realizados sobre tais ecossistemas são reduzidos e a maioria das informações refere-se às regiões sudeste e centro-oeste do país. Os estudos descrevem que nas florestas ripárias ocorrem mosaico e agrupamentos, devido às variações ambientais a curta distância, que definem características florísticas e estruturais próprias e conseqüentemente, delimitam sub-formações (Schiavini, 1992; Walter 1995; Araujo, 2002).

A hierarquização das espécies a partir de parâmetros de abundância, frequência, dominância e, destes associados, gerando o valor de importância são amplamente utilizados por muitos pesquisadores para caracterização de comunidades florestais (Walter, 1995; Longhi *et al.*, 2000; Silva, 2002).

Este estudo teve como objetivo caracterizar as três sub-formações florísticas encontradas em Floresta Estacional Decidual Ripária (*sensu* Araujo, 2002), quanto aos aspectos estruturais e florísticos, o que dará subsídio para referenciar tecnicamente sobre esses ecossistemas ripários e na tomada de decisões para seu restabelecimento.

¹ Professora de Manejo Florestal, Escola Agrotécnica Federal de Castanhal. Maristela. E-mail:araujo@ufrs.edu.br

² Professor da Universidade Federal de Santa Maria, Departamento. de Ciências florestais.

E-mail: longhiso@ccr.ufsm.br

³ Eng. Florestal da Trefor.

⁴ Engenheira Florestal da Secretaria do Meio Ambiente de Porto Alegre- RS

⁵ Aluno de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília.

⁶ Aluno de graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O trabalho foi realizado em um fragmento (4 hectares) de Floresta Estacional Decidual Ripária, com influência sazonal, nas margens do rio Jacuí (30°04'36"S; 52°53'09"W), Cachoeira do Sul, RS. Conforme informações obtidas do local, a área foi alterada há cerca de 30 anos, a partir de intervenção por corte seletivo de espécies de valor comercial.

A oeste do fragmento existe cerca de 150 m de margem com floresta remanescente de *Eucalyptus* sp., misturada a espécies nativas, o qual é seguido de um trecho de área desprovida de vegetação. A leste (em direção à cidade), a floresta que segue a área de estudo é estreita (máximo 30 a 40 m) por 200 m, sendo seguida por área alterada.

O solo foi classificado como Planossolo, típico de áreas com excesso de água em período temporário (Moser, 1990). A vegetação está contida na região fitogeográfica de Floresta Estacional Decidual, a qual apresenta estacionalidade dos elementos arbóreos dominantes do estrato emergente.

Moreno (1961) descreveu que a temperatura média anual em Cachoeira do Sul é de 19,2°C, cujo mês mais quente é janeiro (24,8°C) e o mais frio é julho (13,6°C), o que classifica a região como de clima do tipo Cfa, de acordo com a classificação de Köppen.

MÉTODOS

A amostragem utilizada foi em faixas (10 m de largura), perpendiculares ao rio, com 50 m de distância entre si, distribuídas sistematicamente na área a partir da margem do rio. Estas faixas foram subdivididas em parcelas contíguas de 10 m x 10 m (Figura 1). No estudo foram considerados indivíduos com circunferência a 1,3 m do solo (CAP), igual ou maior de 15 cm, observando-se espécies arbóreas e arbustivas, as quais foram identificados e medidas (CAP e altura), enquanto as lianas tiveram apenas o CAP medido, não sendo identificadas quanto à espécie.

Neste fragmento foram observadas três sub-formações: S-F₁, composta pela vegetação da margem e borda; S-F₂, por agrupamento no meio do fragmento, com interferência intensa das enchentes e extravasamento do rio, mas por um período curto, considerando os canais formados para escoamento superficial da água; e S-F₃ vegetação de meio com interferência de menor impacto das enchentes, mas com maior tempo de permanência da água, devido concavidades isoladas que se formavam, após o extravasamento do rio (Araujo, 2002).

Cada sub-formação foi caracterizada sob o aspecto florístico e fitossociológico. Para isso, a partir dos dados do inventário ordenou-se as parcelas em cada sub-formação, ficando 13 parcelas na S-F₁, 29 na S-F₂ e 28 na S-F₃.

A caracterização fitossociológica foi realizada mediante cálculos de parâmetros de abundância, frequência e dominância absolutas e relativas; e a hierarquização a partir do valor de importância. Essa análise resultou na estrutura horizontal que reflete a distribuição e ocupação dos indivíduos em determinada área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sub-formações S-F₁, S-F₂ e S-F₃ apresentaram, respectivamente, 25, 38 e 36 espécies, 20, 32 e 30 gêneros e 12, 22 e 20 famílias.

Os parâmetros fitossociológicos conferem as três sub-formações encontradas, considerando as características específicas em cada uma.

Considerando as margens e borda do fragmento (sub-formação S-F₁), foi observado o predomínio de *Sebastiania commersoniana*, *Inga vera*, *Luehea divaricata*, *Ruprechtia laxiflora* e *Eugenia uniflora*, as quais perfazem 55,5% do valor de importância da comunidade (Tabela 1).

Sebastiania commersoniana ficou bem representada em abundância (25,1%), frequência (14,3%) e dominância (11,6%), refletindo no maior valor de importância (17,01%). Os 57 indivíduos amostrados estiveram presentes em 84,62% das unidades amostrais (Tabela 1). Este resultado foi similar ao estudo de Balbuena (1997), que observou a presença de *Sebastiania commersoniana* em todas as parcelas.

TABELA 1 – Espécies e estrutura horizontal da Sub-Formação S-F₁ (dique-borda), S-F₂ (meio-oeste) e S-F₃ (meio-leste) de fragmento de Floresta Estacional Decidual Ripária, Baixo Rio Jacuí, Cachoeira do Sul, RS, Brasil.

Espécie	S-F ₁				S-F ₂				S-F ₃			
	AR	FR	DoR	VI%	AR	FR	DoR	VI%	AR	FR	DoR	VI%
<i>Allophylus edulis</i> SAP	3,52	6,49	2,56	4,19	2,79	4,65	2,34	3,26	13,2	7,73	6,7	9,2
<i>Apuleia leiocarpa</i> CAESAL					1,39	1,94	3,32	2,22	0,7	1,36	3,38	1,81
<i>Banara tomentosa</i> FLAC					0,2	0,39	0,12	0,23	0,18	0,45	0,02	0,22
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> MYRT	0,44	1,3	0,06	0,6								
<i>Calypttranthes concinna</i> MYRT	1,76	1,3	0,31	1,12								
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> MYRT					1,79	1,55	1,29	1,54	1,93	1,82	1,21	1,65

3º Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal

<i>Casearia decandra</i> FLAC						0,4	0,39	0,11	0,3				
<i>Casearia sylvestris</i> FLAC						2,79	4,65	0,85	2,76	13,2	8,18	7,2	9,52
<i>Celtis iguanaea</i> ULM						1,2	1,55	0,4	1,05	1,58	2,27	0,47	1,44
<i>Chomelia obtusa</i> RUB						0,4	0,39	0,06	0,28				
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> SAP						0,4	0,78	0,34	0,5	1,76	0,45	0,69	0,97
<i>Chrysophyllum marginatum</i> SAP						0,4	0,78	0,27	0,48	0,18	0,45	0,06	0,23
<i>Cordia ecalyculata</i> BOR										0,53	1,36	0,36	0,75
<i>Cupania vernalis</i> SAP	2,2	3,9	2,79	2,96	7,17	6,59	11,5	8,41	1,23	1,82	0,99	1,35	
<i>Diospyros inconstans</i> EBEN						0,4	0,78	0,05	0,41	0,18	0,45	0,03	0,22
<i>Erythroxylum deciduum</i> ERY										0,18	0,45	0,11	0,25
<i>Eugenia hyemalis</i> MYRT	1,76	3,9	0,34	2	2,19	3,1	0,53	1,94	6,85	6,82	2,67	5,45	
<i>Eugenia involucrata</i> MYRT	0,44	1,3	0,06	0,6	2,79	2,71	0,84	2,11	1,23	1,82	0,9	1,32	
<i>Eugenia mansoi</i> MYRT	7,93	6,49	2,29	5,57	0,4	0,39	0,05	0,28	1,76	1,36	0,53	1,22	
<i>Eugenia ramboi</i> MYRT	1,32	1,3	0,71	1,11	7,97	4,26	3,94	5,39					
<i>Eugenia uniflora</i> MYRT	8,81	13	3,47	8,42	0,2	0,39	0,07	0,22	1,93	1,82	0,72	1,49	
<i>Eugenia uruguayensis</i> MYRT										0,53	0,45	0,13	0,37
<i>Guettarda uruguensis</i> RUB	1,32	2,6	0,23	1,38	0,4	0,39	0,05	0,28					
<i>Gymnanthes concolor</i> EUP	0,44	1,3	0,13	0,62	10,8	6,2	1,88	6,28	0,18	0,45	0,05	0,23	
<i>Inga vera</i> MIM	6,17	2,6	21,8	10,2									
Lianas	0,88	2,6	0,16	1,21	10,6	8,14	2,92	7,21	6,15	7,27	1,33	4,92	
<i>Lonchocarpus nitidus</i> FAB										0,2	0,39	0,45	0,35
<i>Luehea divaricata</i> TIL	6,61	3,9	19,9	10,1	2,59	3,49	5,34	3,8	2,28	3,64	14,1	6,68	
<i>Machaerium paraguariense</i> MIM	1,32	1,3	2,6	1,74	1,99	2,71	2,09	2,27	1,93	3,18	2,14	2,42	
<i>Matayba elaeagnoides</i> SAP					1,2	1,94	2,42	1,85	3,51	2,73	3,89	3,38	
<i>Mimosa bimucronata</i> MIM	0,44	1,3	0,25	0,66									
Mortas	5,29	7,79	2,24	5,1	2,99	3,49	11,9	6,13	6,15	5,91	9,31	7,12	
<i>Myrcianthes pungens</i> MYRT										0,35	0,45	0,26	0,36
<i>Myrciaria tenella</i> MYRT										2,81	3,18	0,61	2,2
<i>Myrocarpus frondosus</i> FAB	0,44	1,3	0,33	0,69	0,2	0,39	1,07	0,55	1,41	0,45	1,47	1,11	
<i>Ocotea pulchella</i> LAU					2,19	1,94	2,74	2,29	0,18	0,45	0,14	0,26	
<i>Parapiptadenia rigida</i> MIM	1,76	3,9	11,7	5,78	2,39	3,1	16,5	7,33	4,92	6,82	11	7,59	
<i>Patagonula Americana</i> MIM					5,98	4,65	10,3	6,98	3,87	5	15,6	8,14	
<i>Pouteria gardneriana</i> SAP	0,88	2,6	0,19	1,22	0,4	0,78	0,46	0,54	1,23	0,91	0,32	0,82	
<i>Randia armata</i> RUB					1	1,55	0,32	0,95	0,18	0,45	0,03	0,22	
<i>Rollinia salicifolia</i> ANN	0,44	1,3	0,1	0,61	6,57	5,43	5,74	5,91	4,57	5,45	3,75	4,59	
<i>Ruprechtia laxiflora</i> POL	11,9	5,19	12,3	9,81	4,78	5,81	4,64	5,08	5,62	5,45	5,93	5,67	
<i>Scutia buxifolia</i> RHAM	0,44	1,3	0,51	0,75	0,2	0,39	0,06	0,22					
<i>Sebastiania brasiliensis</i> EUPH	4,85	5,19	2,63	4,22	1,59	2,71	1,23	1,85	4,57	5,45	2,71	4,24	
<i>Sebastiania commersoniana</i> EUPH	25,1	14,3	11,6	17						1,93	1,36	0,63	1,31
<i>Seguiera aculeata</i> PHYT					5,18	4,65	1,65	3,83					
<i>Sorocea bonplandii</i> MOR					3,98	3,49	1,55	3,01	0,35	0,45	0,05	0,29	
<i>Strychnos brasiliensis</i> LOG	0,44	1,3	0,07	0,6	0,4	0,39	0,11	0,3					
<i>Terminalia australis</i> RUB	3,08	1,3	0,69	1,69									
<i>Trichilia elegans</i> MEL					1,2	2,33	0,19	1,24	0,35	0,91	0,08	0,45	
<i>Vitex megapotamica</i> VERB					0,4	0,39	0,32	0,37	0,35	0,91	0,44	0,57	

SAP-Sapindaceae; CAESAL-Caesalpinaceae; FLAC- Flacourtiaceae; MYRT- Myrtaceae; ULM- Ulmaceae; RUB- Rubiaceae; BOR- Boraginaceae; EBEN- Ebenaceae; ERY- Erythroxylaceae; EUP- Euphorbiaceae; MIM- Mimosaceae; FAB- Fabaceae; TIL- Tiliaceae; SAP- Sapotaceae; LAU- Lauraceae; RUB- Rubiaceae; ANN- Annonaceae; POL- Polygonaceae; RHAM- Rhamnaceae; PHYT- Phytolacaceae; MOR- Moraceae; LOG- Loganiaceae; MEL- Meliaceae; VERB- Verbenaceae

Inga vera e *Luehea divaricata* destacaram-se por apresentar indivíduos bem desenvolvidos, com elevado diâmetro, enquanto *Ruprechtia laxiflora*, além do diâmetro ficou bem representada quanto à densidade. O destaque a estas espécies, nos ecossistemas ripários, já tinha sido feito por Longhi-Wagner & Ramos (1981) e Rosa & Irgang (1998). Oliveira & Porto (1999) descreveram que *Inga vera* ocupa diques marginais mais antigos. Carvalho (1994) relatou que *Ruprechtia laxiflora* é espécie secundária tardia, que ocorre naturalmente em solos aluviais.

Rosa & Irgang (1998) destacaram a presença de *Sebastiania commersoniana* e *Inga vera* na comunidade arbórea na planície de inundação do rio dos Sinos. A primeira, em locais onde são evidenciadas a flutuação do lençol freático e a segunda nas barrancas da margem do rio, em locais onde ocorre intenso processo de sedimentação. Tais condições ambientais são similares as deste estudo.

Eugenia uniflora destacou-se, principalmente, pela frequência em que ocorreu nas parcelas, já tendo sido indicada por Reitz *et al.* (1983), como própria para reflorestamento de margens de rios, em razão de suas raízes pivotantes, que atuam contra a erosão, além de ser atrativo para a fauna dispersora.

Na porção do fragmento do lado oeste (S-F₂), *Cupania vernalis* foi a espécie mais importante, seguida por *Parapiptadenia rigida*, lianas, *Patagonula americana* e *Gymnanthes concolor* que representaram, aproximadamente, 36% do valor de importância da comunidade (Tabela 1).

Cupania vernalis, *Parapiptadenia rigida* e *Patagonula americana* se sobressaíram devido sua dominância. As demais se destacaram em razão da abundância e frequência, apesar do baixo valor de dominância.

A autoecologia de *Cupania vernalis* é de espécie heliófila ou de luz difusa (Reitz *et al.*, 1983), *Parapiptadenia rigida* e *Patagonula americana* são heliófilas (Carvalho, 1994; Marchiori, 1997), atingindo estágios mais avançados (Longhi, 1995). Todas são espécies comumente encontradas em floresta ripária, apesar de não estarem adaptadas a solos excessivamente úmidos (Reitz *et al.*, 1983; Carvalho, 1994; Longhi, 1995) e, provavelmente, por isso ocorreram no meio do fragmento, nas cotas mais altas da área.

A forma de vida “lianas”, em geral, apresenta folha somente no dossel, associando-se às copas das árvores e compondo parte importante da floresta. Conforme Jansen (1980), esta forma de vida se desenvolve bem em ambientes favoráveis à rápida taxa de crescimento e são encontradas em áreas alteradas (maior entrada de luz), não estando adaptadas a locais secos ou pobres de nutrientes. Na área de estudo, a porção central da mata, principalmente S-F₂, é a que proporciona estas condições, considerando que a forte pressão das enchentes derruba as árvores, causando abertura no dossel e conseqüente entrada de luz para que ocorra a regeneração. Além disso, nestes locais do fragmento é onde o solo apresenta-se com maior disponibilidade de nutrientes e umidade suficiente (Araujo, 2002), dando condições para que, rapidamente, espécies de lianas, herbáceas e lenhosas desenvolvam.

As lianas que ocorrem nas áreas abertas, rapidamente ajudam a aumentar a área foliar da floresta, permitindo que espécies de característica esciófila como *Gymnanthes concolor*, possam desenvolver. Esta espécie é comum nos sub-bosques de florestas (Longhi *et al.*, 2000), sendo descrita por Kilka (2002) como uma das mais importantes em floresta ripária com inundação sazonal.

Outro fato que pode ser destacado, ainda na S-F₂, é que *Cupania vernalis* foi a espécie com maior valor de importância (8,4%), mas no entanto, as lianas (VI=7,2%) têm maior abundância e frequência. A primeira, que é característica de luz difusa, consegue desenvolver o diâmetro de seus indivíduos, e as lianas aproveitam a queda das árvores para germinar, crescer rapidamente e ocupar o dossel, juntamente com as árvores do estrato superior.

Na S-F₃, destacaram-se *Casearia sylvestris*, *Allophylus edulis*, *Patagonula americana*, *Parapiptadenia rigida* e mortas, as quais, em termos de valor de importância, perfizeram 41,7% (Tabela 1).

Casearia sylvestris e *Allophylus edulis* se destacaram pela abundância e frequência. As duas espécies, além de possuírem grande número de indivíduos (268 ind./ha), ocorreram em mais de 60% das parcelas, o que indica que estão adaptadas ao ambiente. *Patagonula americana*, *Parapiptadenia rigida* e árvores mortas apresentaram a maior área basal. Reitz *et al.* (1983) descreveram que *Casearia sylvestris* apresenta boa performance nas florestas ripárias por ter raízes profundas e rápido crescimento.

A presença de espécies dos estratos superiores e médios, como *Parapiptadenia rigida*, *Patagonula americana*, *Luehea divaricata* e *Casearia sylvestris*, juntamente com as lianas que estão associadas às copas destas árvores, proporcionou que *Allophylus edulis*, tolerante à sombra (esciófila), predominasse nessa sub-formação.

As lianas que também foram abundantes, provavelmente, ocorreram em razão da alteração sofrida no passado. Conforme Pagano & Durigan (2000), florestas ripárias com alteração por corte seletivo de madeiras apresentam grande abundância de espécies desta forma de vida.

Parapiptadenia rigida e *Patagonula americana* estiveram bem representadas no meio do fragmento (S-F₂ e S-F₃). Essas espécies parecem suportar extravasamento do rio ou lençol freático próximo da superfície, porém, a ocorrência de ambos os fatores interfere em alguma fase do processo de estabelecimento, desde a germinação até o desenvolvimento, pois estas não foram observadas no dique-borda (S-F₁).

Analisando-se as sub-formações conjuntamente, quanto aos aspectos fitossociológicos estudados, observou-se que:

A sub-formação S-F₁ ficou mais claramente definida. A hierarquização das espécies indicou que existe seletividade por espécies, tolerantes à saturação hídrica, como *Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uniflora* e *Ruprechtia laxiflora*. Reitz *et al.* (1983), Carvalho (1994) e Lorenzi (1998) já haviam descrito que estas espécies são higrófilas seletivas. *Terminalia australis* e *Inga vera*, apesar de não ficarem entre as mais importantes, ocorreram somente nos primeiros 20 m da margem do rio, indicando sua resistência à força d'água e potencialidade para recuperação da vegetação em ribanceiras.

A diferença das sub-formações S-F₂ e S-F₃ pode ser de difícil análise quando parâmetros fitossociológicos das espécies são avaliados isoladamente ou no grupo das espécies melhor hierarquizadas. Estes valores são mais interessantes na caracterização de cada sub-formação. Porém, quando a análise é realizada em relação aos valores absolutos de abundância ou dominância, que calcula o número de indivíduos e área basal das espécies por hectare, e a frequência, é possível diferenciar melhor cada ambiente e tirar algumas conclusões interessantes.

Nesse contexto, verificou-se que espécies comuns nas duas sub-formações foram representadas de forma diferente, o que diferenciou S-F₂ e S-F₃.

Cupania vernalis, por exemplo, que ficou melhor hierarquizada na S-F₂, com 124 indivíduos/ha e presente em mais da metade das unidades amostrais, na S-F₃ apresentou 25 ind./ha e ocorreu em 14% das amostras. *Gymnanthes concolor*, com elevada abundância (186 ind./ha), esteve representada em 55% das parcelas da S-F₂, porém, teve valores bastante diferenciados na S-F₃ (4 ind./ha em 4% das parcelas). *Allophylus edulis* e *Casearia sylvestris* foram bastante representativas na S-F₃ e tiveram abundância inferior na S-F₂.

Na S-F₂ as árvores mortas apresentaram dominância de 3,77m²/ha, enquanto, na S-F₃, houve elevada abundância (125 ind./ha), e menor área basal (2,67m²/ha). Este resultado confirma a suposição, já descrita anteriormente, que a alteração causada pelas enchentes atinge a S-F₂ com maior impacto, derrubando as árvores mais grossas, com menor flexibilidade. Na S-F₃, a água que não tem por onde escoar, ficando armazenada por maior período nas concavidades, talvez seja o fator responsável pela morte do maior número de indivíduos de menor diâmetro.

Analisando-se aspectos de autoecologia de algumas espécies nativas, em relação ao gradiente ambiental, observou-se que *Allophylus edulis* e *Gymnanthes concolor*, aparentemente, requerem recursos semelhantes, pois ambas são espécies de sombra, ocorreram somente nas parcelas do meio, mas cada uma numa sub-formação (S-F₂ e S-F₃). Já *Casearia sylvestris*, na S-F₃, que ocorreu em 71% das parcelas, onde estava presente *Allophylus edulis*, é espécie heliófila que, provavelmente, beneficia a ocorrência da segunda. Em contrapartida, mostrou menor associação com *Gymnanthes concolor*, na S-F₂, ocorrendo em 37% das parcelas onde esta esteve presente.

Desta forma, o restabelecimento de ecossistemas ripários pode tomar como base as informações de cada espécie no ambiente, aplicando-as na recuperação ou enriquecimento de faixas ripárias degradadas ou alteradas.

CONCLUSÕES

O estudo permitiu concluir que:

- as sub-formações S-F₁, S-F₂ e S-F₃ diferenciaram-se florística, mas principalmente estruturalmente,
- floristicamente espécies como *Sebastiania commersoniana*, *Eugenia uniflora* e *Ruprechtia laxiflora* são espécies características da S-F₁; *Cupania vernalis* e *Gymnanthes concolor* da S-F₂; e *Casearia sylvestris* e *Allophylus edulis* da S-F₃, sendo sugeridas para serem utilizadas no enriquecimento e reflorestamento de faixas ripárias;
- Terminalia australis* e *Inga vera* foram espécies exclusivas da margem dos rios, apresentado-se como próprias para contenção da ribanceira;
- estruturalmente, espécies como *Cupania vernalis*, *Gymnanthes concolor* e *Allophylus edulis* apesar de ocorrer em todas as sub-formações apresentaram preferência por ambiente específico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M. M. **Vegetação e mecanismos de regeneração de fragmento de Floresta Estacional Decidual Ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil**. Santa Maria: 2002. 153p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria.
- BALBUENO, R. A. **A fragmentação de ambientes florestais: Dois casos na região do Baixo Rio Jacuí, RS**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. 85p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2.ed, Iowa: Brown Publishers, 1984. 226p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA – CNPF, 1994. 640p.
- JANSEN, D. H. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1980. 79p.
- KILKA, R. V. **Alguns aspectos florísticos e estruturais de uma floresta de galeria no sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. Pelotas: 2002. 74 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- LONGHI, R. A. **Livro das árvores: árvores e arvoretas do Sul**. Porto Alegre: L & PM, 1995. 176p.
- LONGHI, S. J.; ARAÚJO, M. M.; KELLING, M. B.; HOPPE, J. M.; MÜLLER, I.; BORSOI, G. B. Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v.10, n.2, p.59-74. 2000.
- LONGHI-WAGNER, H. M.; RAMOS, R. F. Composição florística do Delta do Jacuí, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. I. Levantamento florístico. **Iheringia**, n.26, p.145-163, 1981.

- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarum, v.1., 1998. 368p.
- MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas: leguminosas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1997. 200p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.
- MOSER, J. M. Solos. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: 1990. p.151-187.
- OLIVEIRA, M. de L. A. A.; PORTO, M. L. Ecologia de paisagem do Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil: mapa da cobertura do solo e da vegetação, a partir de imagem do LANDSAT TM5. **Iheringia**, n. 52, p.145-162, 1999.
- PAGANO, D. N.; DURIGAN, G. Aspectos de ciclagem de nutrientes em matas ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000, p.109-123.
- REITZ, P.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, n. 34-35, p. 1-525, 1983.
- ROSA, F. F. da; IRGANG, B. E. Comunidades vegetais de um segmento de planície de inundação do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, n.50, p.75-87, 1998.
- SCHIAVINI, I. **Estrutura das comunidades arbóreas de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG)**. Campinas: 1992. 139p. Tese (Doutorado em Ciência – Ecologia) – Universidade de Campinas, Campinas.
- SILVA, P. E. N. da. **Florística, fitossociologia e nutrição mineral do cerrado sentido restrito no Complexo Xavantina- MT**. São Paulo: 2002. 111p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de São Paulo
- WALTER, B. M. T. **Distribuição espacial de espécies perenes em uma mata de galeria inundável no Distrito Federal; florística e fitossociologia**. Brasília: UNB, 1995. 200p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília.

SILVICULTURA Y MANEJO DE *Grevillea robusta*

SILVICULTURE AND MANAGEMENT OF *Grevillea robusta*

Moscovich, F.¹ Fassola, H.¹ Crechi, E.¹ Colcombet, L.¹ Lacorte, S.² Domecq, C.³ Hampel, H.⁴

RESUMEN

Buscando establecer parámetros para el manejo de *Grevillea robusta*, se estableció un ensayo con diferentes densidades de plantación (3.000, 1.500, 750, 375 y 162 plantas/ha) en la región sur de la Provincia de Misiones. Con la hipótesis de que esta especie responde de diferentes maneras respecto a la densidad de plantación, se realizaron evaluaciones al séptimo año, donde se pudo comprobar que la altura es fuertemente influenciada por la densidad pero que los diámetros no eran afectados. No se observó mortalidad en el tratamiento más denso a esta edad, no obstante, debido a la alta variabilidad en diámetro observada, respecto a los demás tratamientos, se lo tomó como línea de mortalidad inminente, en forma preliminar, para establecer el Factor de Espaciamento y el Índice de Reineke. Evaluaciones de la oferta forrajera y la aparición de brotes adventicios permitió establecer zonas de manejo que responden a objetivos de producción forestales y/o silvopastoriles. Esta evaluación permitió el análisis de la viabilidad financiera y económica de dichos manejos.

Palabras claves: *Grevillea robusta*, densidad de plantación, índices de densidad, evaluación económica, sistema Silvopastoril.

ABSTRACT

Seeking for management parameters, a *Grevillea robusta* plantation density trial (3.000, 1.500, 750, 375 y 162 trees/ha) was established in the Misiones province southern region. The basic hypothesis is that the species responds to different ways to plantation density. An evaluation made at age seven, indicates that tree height is strongly influenced by the plantation density and that diameter was not influenced. At this age, no mortality was observed at the highest density. Never the less, since high variability in diameter was observed respect of the other treatments, in order to establish provision space factor and Reineke Index; it was considered as imminent death. Forage crop and branch resprouting was also evaluated, permitting to establish preliminary management for forestry and silvopastoral production objectives. This last evaluation has enables to analyse the financial and economic feasibility of both forestry and silvopastoral managements.

Key words: *Grevillea robusta*, plantation density, density indexes, economic evaluation, Silvopastoral systems.

INTRODUCCIÓN

La demanda mundial, de madera de calidad, está siendo principalmente cubierta por los países del sudeste asiático; pero las tasas de extracción a que están siendo sujetos estos bosques son muy altas y las reservas forestales nativas están disminuyendo alarmantemente. Entonces nos cabe la pregunta: ¿hasta cuándo, estos países, van a poder seguir manteniendo la provisión de este tipo de productos?

Considerando que anualmente en el mundo se comercializan 1.500 millones m³ de especies latifoliadas destinadas a la producción de mueblería fina, parquets, molduras y otros usos decorativos; y que sólo el 0,4 - 0,6 % de esta madera proviene de plantaciones forestales, deja en claro las posibilidades actuales y futuras que tienen emprendimientos que busquen ser parte de este negocio.

Es a partir de aquí que deberemos comenzar a pensar en el mañana, debido a que en corto tiempo existirá un mercado ávido de maderas decorativas de alto valor comercial, y surgirán oportunidades para que nuevas regiones y/o países, que ofrezcan este tipo de productos, reemplacen a los actuales oferentes.

La industria de mueble de calidad u otros usos decorativos de la madera necesita diversidad de veteados y colores para satisfacer una demanda cambiante y sujeta a modas, para ello es necesario alcanzar mecanismos de cooperación entre productores e industria que permitan alcanzar un posicionamiento adecuado del sector. La

¹ Ings. INTA EEA Montecarlo. (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. Tel. y Fax ++54 (3751) 480057/480512. E-mail: fmoscovich@montecarlo.inta.gov.ar

² Ing. Agrónomo INTA CR Misiones. (3300) Posadas, Misiones, Argentina. Tel. y Fax: ++54 (3752) 480640

³ Lic. en Genética, Danzer Forestación S.A. (3300) Posadas, Misiones, Argentina. Tel. y Fax: ++54 (3752) 480557

⁴ Ing. Forestal, Dr.; Danzer Forestación S.A. (3300) Posadas, Misiones, Argentina. Tel. y Fax: ++54 (3752) 480557

diversificación de la producción será viable en la medida que los precios de la materia prima sean lo suficientemente atractivos como para traccionar al sector primario.

Ante la posibilidad de alcanzar este mercado, y debido a que la Provincia de Misiones tiene capacidades ya instaladas como para desarrollar este tipo de cultivos, se iniciaron actividades buscando definir especies que puedan cubrir este segmento de mercado. Los estudios más avanzados están hechos sobre *Grevillea robusta*.

El género *Grevillea* comprende más de 260 especies. *Grevillea robusta* A., es una especie que crece naturalmente en el NE de Australia, en pequeños rodales de los estados de Queensland y Nueva Gales del Sur donde alcanza el mayor porte con alturas de hasta 40 m. y diámetros de hasta 1,20 m (Harwood, 1992). Esta especie se distribuyó en un principio por Europa, donde se la comenzó a emplear como ornamental, para ser posteriormente introducida en Sri Lanka e India, como también Argelia y África del Sur (Ongugo, 1992; Thimma Raju, 1992). En América Latina fue introducida a fines del siglo XIX.

En Argentina, desde su introducción, ha despertado gran interés, pues se trata de un árbol de fácil adaptación y de rápido crecimiento. Se estima que existen unas 1.500 hectáreas en Misiones y Corrientes principalmente formando cortinas y montes de reparo (Cozzo, 1976; López et al., 1999). La madera de color rosado-claro es muy aceptada en mueblería por su fácil trabajabilidad, pudiendo ser utilizada para muebles, paneles, piezas curvas, zócalos, molduras y recubrimientos de interiores (Jornadas de *Grevillea*, 2004).

A partir de la búsqueda de alternativas a futuro, con empresas que están iniciando este tipo de actividad y de ensayos instalados por el INTA EEA Montecarlo, se desarrolló una estrategia que permite contar hoy con un paquete tecnológico bastante avanzado sobre el manejo de esta especie (Fassola et al., 2003). También se realizaron evaluaciones de la producción de forraje debajo del dosel de *Grevillea* buscando dar una alternativa como manejo Silvopastoril de esta especie. Con los resultados presentados hasta ahora también se realizaron evaluaciones financieras ante distintas alternativas de manejo.

El objetivo del presente trabajo es mostrar los resultados obtenidos hasta el presente sobre el manejo de *Grevillea robusta* y analizar la viabilidad económica cuando es manejada en plantaciones puras o en sistemas silvopastoriles.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se encuentra ubicado en el Departamento Capital de la Provincia de Misiones, Argentina, siendo sus coordenadas geográficas 27° 29.08 Latitud S y 55° 56.83 Longitud O, a una altitud de 159 m.s.n.m. La temperatura media es de 21,1° C y la amplitud térmica de 10,5° C. Las temperaturas máxima absoluta oscilan entre 36,3° C y 40,3° C, mientras que la temperatura mínima absoluta es de -3,9° C. El régimen pluviométrico es isohigro, con totales anuales que van desde 1.054 a 2.089 mm (Fernández et al., 1996). Los suelos son rojos profundos, arcillosos y bien drenados, pertenecientes a los grupos Kandihumultes y Kandiudalfes (INTA, 1990). Relieve ondulado y pendiente del 3 al 10% (Fernández et al.; 1996).

La plantación se realizó en el mes de septiembre de 1994, las mediciones se realizaron en forma anual, el control de malezas se efectuó hasta el tercer año. Se probaron densidades de plantación inicial con 3000 (2,5 m x 1,32 m), 1500 (2,5 m x 2,65 m), 750 (3,7 m x 3,6 m), 375 (5,2 m x 5,1 m) y 162 (7,9 m x 7,85 m) plantas por hectárea estableciéndose relaciones entre el crecimiento individual y la producción de forraje debajo del dosel. Todos los tratamientos tuvieron similar intensidad de poda (aproximadamente un 30% de remoción de copa viva). El total de intervenciones fue de 4 podas alcanzándose una altura de poda cercana a los 4,8 m.

RESULTADOS

Diámetro a altura del pecho (dap)

En la Figura 1 pueden observarse los dap correspondientes a cada tratamiento y edad de medición.

De la observación de la Figura 1 se desprende que si bien a los 3 años de edad no había mayores diferencias entre tratamientos, a los 4 años esas diferencias comenzaron a evidenciarse principalmente entre los tratamientos de baja densidad (t3 = 750 pl/ha; t4 = 375 pl/ha y t5 = 162 pl/ha) y los tratamientos de alta densidad (t1 = 3000 pl/ha y t2 = 1500 pl/ha). Aun a los 7 años de edad las diferencias en diámetro promedio entre los tres tratamientos de menor densidad era lo suficientemente pequeña como para insinuar la falta de una competencia marcada. Por ello reducir significativamente la densidad inicial de plantación hasta los 7 años de edad no aportó una diferencia en diámetro que justifique disminuir las posibilidades de selección por forma.

Altura (h)

Al analizar la evolución de la altura promedio en cada tratamiento y en cada año de medición fue posible observar que a partir del tercer año había diferencias entre los mismos y dichas diferencias se acentuaron con el transcurso del tiempo, alcanzando alturas superiores en las densidades mayores (t1, t2 y t3) y menores en las densidades más bajas (t4 y t5) (Figura 2).

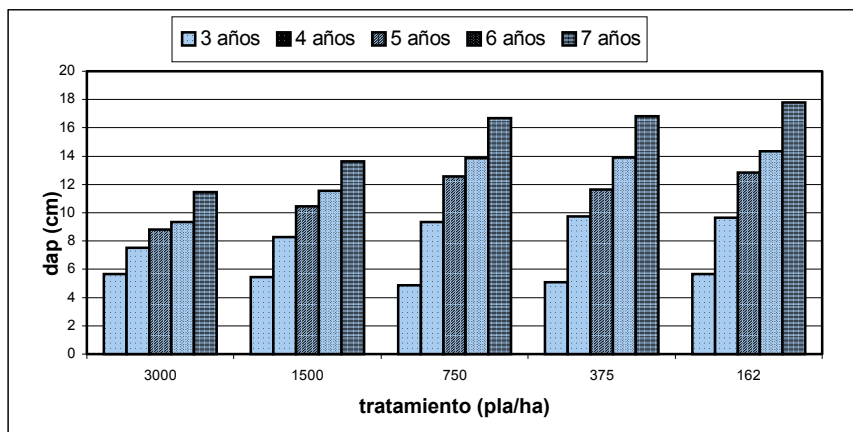


FIGURA 1: Evolución del dap (cm) con la edad en los diferentes tratamientos.

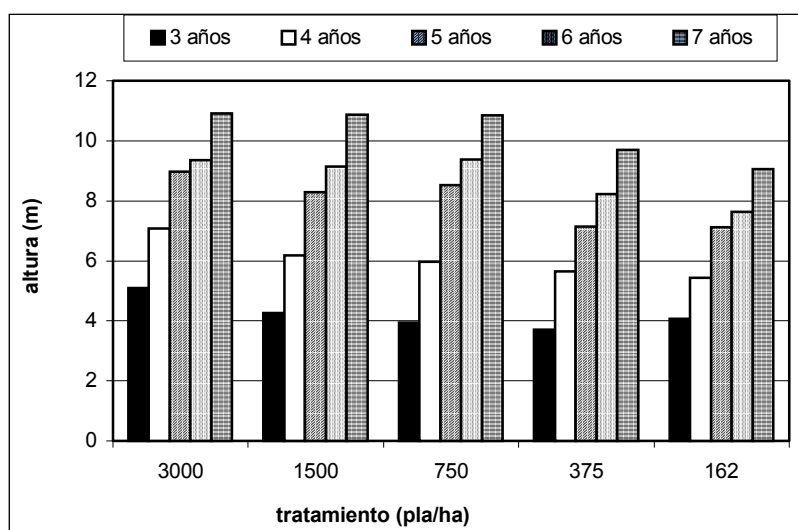


FIGURA 2: evolución de la h (m) con la edad por tratamiento.

El menor desarrollo en altura de árboles creciendo en bajas densidades ya ha sido descrito para numerosas especies, encontrando su explicación en el permanente movimiento que genera sobre ellos el viento, el cual promueve un aumento en la concentración de auxinas de crecimiento en la parte inferior del fuste, afectando consecuentemente el desarrollo en altura (Larsen, 1965). Aunque no deja de llamar la atención el fuerte diferencial existente entre las densidades menores y mayores.

Lott et al. (2000) trabajando con esta especie en rodales puros y aislados, dentro de sistemas agroforestales, sometidos los ejemplares a podas, no encontraron diferencias en altura.

Área basal (G)

En la Figura 3 puede observarse la evolución del área basal (G), en m²/ha, para cada tratamiento en el período bajo observación. De la misma surge que si bien a los 3 años de edad existía una proporcionalidad entre los distintos tratamientos, el área basal del tratamiento de 3000 pla/ha duplicaba al de 1500 pla/ha y así sucesivamente; esta proporcionalidad se fue alterando con el aumento de la edad.

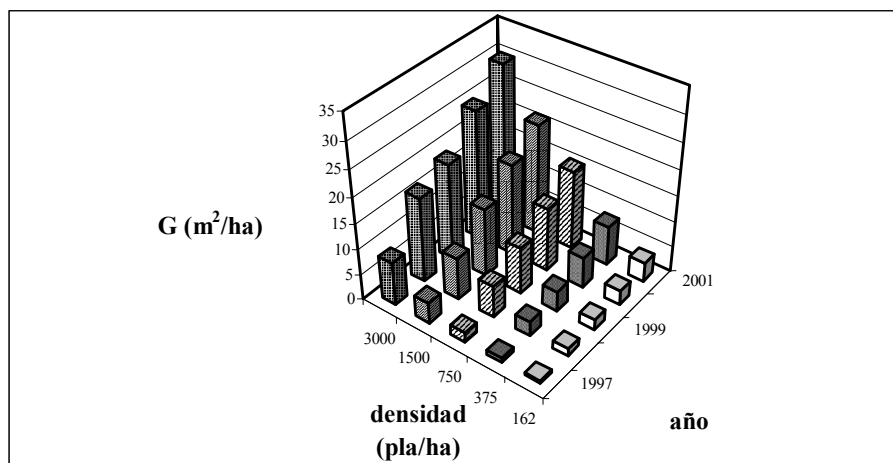


FIGURA 3: Evolución de G por tratamiento y año de observación

A los fines de analizar la evolución de dicha variable se ajustaron modelos del tipo biológico. De ellos el monomolecular (Machado, 1978) fue el que mejor ajuste brindó (Cuadro 1).

CUADRO 1: Modelo monomolecular de evolución en G (m²/ha), para cada tratamiento.

tratamiento	modelo	R²%	S _{xy}	n
1	$93,1192 * (1 - 1,11768 * \exp(-0,0705638 * edad))$	95,4782	1,74399	20
2	$48,9643 * (1 - 1,30481 * \exp(-0,119664 * edad))$	95,8529	1,35526	20
3	$45,1634 * (1 - 1,25238 * \exp(-0,0913139 * edad))$	94,0805	1,26665	20
4	$55,2277 * (1 - 1,08571 * \exp(-0,0328062 * edad))$	89,5470	0,87573	20
5	$14,0639 * (1 - 1,18994 * \exp(-0,0688025 * edad))$	90,6483	0,40364	20

R²% = coef. de determinación; S_{xy} = error estándar; n = número de observaciones

Con los valores de área basal asintóticos correspondientes a cada tratamiento se obtuvo un valor promedio que fue utilizado en la generación de un valor máximo común de G para nuevos modelos de cada tratamiento (Crechi, 1996) (Cuadro 2).

CUADRO 2: Modelos de rendimiento en G (m²/ha) de valor asintótico común para cada tratamiento

tratamiento	modelo	R²%	S _{xy}	n
1	$51,467668 * (1 - 1,36747 * \exp(-0,165001 * edad))$	95,2151	1,74346	20
2	$51,467668 * (1 - 1,27958 * \exp(-0,111788 * edad))$	95,8510	1,31738	20
3	$51,467668 * (1 - 1,20873 * \exp(-0,077728 * edad))$	94,0748	1,23156	20
4	$51,467668 * (1 - 1,09285 * \exp(-0,035385 * edad))$	89,5337	0,85160	20
5	$51,467668 * (1 - 1,04111 * \exp(-0,016624 * edad))$	90,8142	0,38878	20

R²% = coeficiente de determinación; S_{xy} = error estándar; n = número de observaciones

Con estas ecuaciones fue posible graficar la evolución de G en función de la edad, Figura 4. Observando esta Figura queda en evidencia la fuerte pérdida de G que se produciría en caso de partir con densidades iniciales muy bajas o tratamientos (podas y raleos) muy drásticos a edades tempranas.

También es factible observar la menor pendiente de las curvas correspondientes a las densidades inferiores lo que indicarían, si se las proyectara, la imposibilidad de alcanzar valores de G altos aún en edades avanzadas.

Sin embargo debe tenerse en cuenta que aun a pesar de tener un mismo tratamiento de intensidad de poda, la remoción de la parte inferior de la copa en densidades bajas afectará en mayor proporción la actividad fotosintética, ya que en altas densidades, debido al mayor sombreado, las ramas basales son menos activas. Por lo tanto y debido a que las podas dejaron de ser ejecutadas a los 6 años, es factible que el modelo exhiba ese efecto, pudiendo esperarse que a medida que transcurra el tiempo la pendiente correspondiente a las densidades menores se incremente.

Otro hecho destacable es que el tratamiento 1 (3000 pla/ha), a los 7 años, alcanzó un valor de G cercano a los 30 m²/ha sin evidenciar, aún, mortalidad natural.

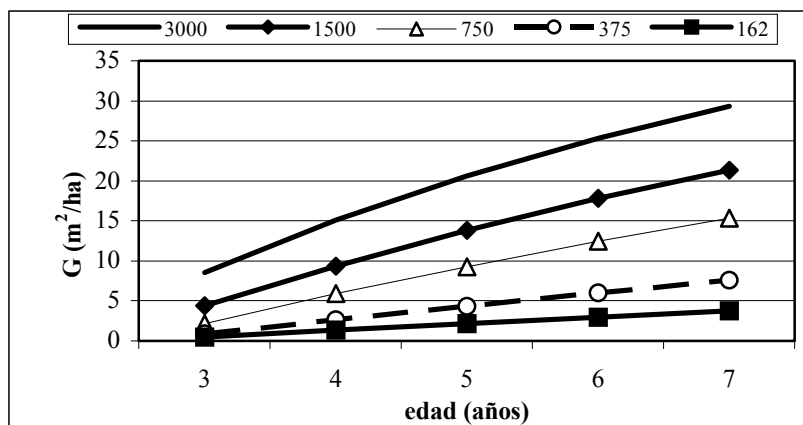


FIGURA 4: Evolución de G (m²/ha) con la edad para los distintos tratamientos

Índices de densidad del rodal y zonas de manejo

Mediante el empleo de la densidad del rodal y la altura dominante se estimaron los factores de espaciamiento (FE) (Day, 1987) correspondientes a cada tratamiento en los años de observación empleando la siguiente fórmula:

$$FE(\%) = \frac{\sqrt{\frac{10.000}{N}}}{hdom} \cdot 100$$

donde: N = número de árboles por hectárea; $hdom$ = altura dominante, en metros.

También con la densidad y el dap cuadrático se determinó el Índice de Densidad de Reineke (IDR) (Cabrelli et al., 1997) para cada tratamiento mediante la siguiente fórmula:

$$IDR = 1,0147 * (10)^{(LOG(N) + 1,605 * Log(Dq) - 2,250)}$$

donde: N = número de árboles por hectárea; Dq = diámetro cuadrático (cm); Log = logaritmo decimal

Analizados estos indicadores, en el tratamiento de mayor densidad (3000 pl/ha) que se considera como testigo, donde solo presentó una leve mortalidad entre los años 3 y 4 - atribuible mayormente a factores de plantación ya que no evidenció mortalidad posteriormente hasta el año 7 -, podría afirmarse que aun no ha ingresado en la zona de mortalidad inminente por competencia (Drew & Flewelling, 1979), por lo que se puede definir, a éste, como límite de la zona de manejo forestal. No obstante, considerando la alta densidad y la disminución de los incrementos corrientes en área basal, como también el fuerte diferencial que exhibe el tratamiento 1 en el coeficiente de variabilidad del dap (CV) con respecto a los otros tratamientos (Cuadro 3), es esperable que en los próximos años ya se ingrese en la zona de mortalidad por competencia.

CUADRO 3: Estadísticos del dap al 7º año por tratamiento.

tratamiento	promedio (cm)	σ_{xy}	máximo (cm)	mínimo. (cm)	S_{xy} (cm)	cv (%)
t1	10,99	10,75	20,05	4,30	3,28	97,8
t2	13,25	10,31	19,10	2,86	3,21	77,8
t3	16,50	8,25	23,71	9,39	2,87	50,0
t4	16,44	13,83	22,92	6,21	3,72	84,1
t5	17,68	11,34	24,67	8,59	3,37	64,1

σ_{xy} = variancia; S_{xy} = desvío estándar; cv(%) = coeficiente de variación porcentual

Por esta razón los valores de FE e IDR alcanzados en este tratamiento en la medición correspondiente al 7º año, 15% y 836 respectivamente, pueden tomarse en forma preliminar como límite superior de la zona de manejo (Day, 1985; Day & Gonda, 1987) o como la línea índice de la mortalidad por competencia (Drew & Flewelling, 1979), siempre bajo el presupuesto de que la especie se comporta siguiendo los postulados de la Regla de los -3/2 (la

pendiente de la recta que une los puntos establecidos por el logaritmo decimal del diámetro cuadrático y el logaritmo decimal del número de árboles de rodales de existencias completas, tiene un valor de 1,5).

Bajo el mismo presupuesto y considerando lo planteado por Lilieholm et al. (1993), cuando determinaron los valores de IDR de distintos rodales de Pino Oregon (*Pseudotsuga menziesii*) y establecieron líneas de manejo paralelas a las de mortalidad inminente por competencia que promovían el manejo de la biodiversidad – específicamente favoreciendo la nidificación de águilas –, se procedió a analizar la información correspondiente a los índices de espaciamiento donde se producía la desaparición del tapiz herbáceo con predominancia de *Axonopus compressus* - “pasto jesuita” - para determinar cuales serían los límites de la zona de manejo silvopastoril.

Dado que en el año 1999, a los 5 años de edad, se procedió a establecer un ensayo de evaluación de la oferta forrajera del pastizal existente en los distintos tratamientos, fue posible observar que en el tratamiento 2 la presencia de “pasto jesuita” era ínfima, razón por la cual en ese tratamiento no se realizó la misma (Lacorte et al., 2001), correspondiéndole en ese momento un FE del 29 % y un IDR de 377.

Durante el año 2001, 7 años de edad, en el tratamiento 3 - 750 pla/ha - también fue posible observar una drástica reducción del tapiz herbáceo que inviabilizaría el desarrollo de prácticas silvopastoriles (Lacorte et al., 2001), correspondiéndole valores de FE e IDR de 30 % y 368 respectivamente.

La similitud de los valores de los índices de espaciamiento en ambas ocasiones, permiten adoptar preliminarmente como límite de la zona de manejo silvopastoril un FE del 30 % y un IDR de 370, respectivamente (Figura 5).

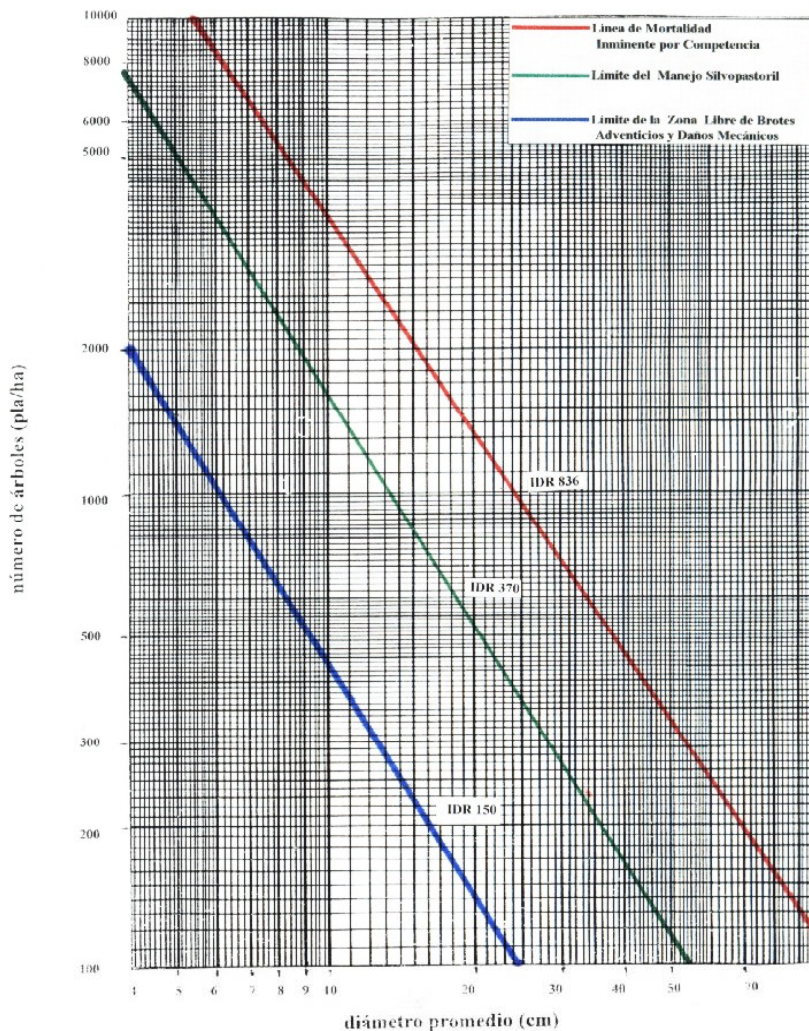


FIGURA 5: Hoja de manejo de la densidad, donde se establecen la línea de máximo (mortalidad por competencia) y de mínimo (aparición de brotes adventicios y daños mecánicos).

Debe considerarse también que al momento de la medición - año 2001 - el tratamiento 3 no presentaba ramas muertas en la base de la copa. Teniendo en cuenta que la probable disminución de disponibilidad lumínica, que afectó negativamente el desarrollo del pastizal, afecte también al desarrollo de las ramas en esa porción del fuste, provocando consecuentemente su muerte, es factible entonces considerar que la zona de manejo que permita mantener las ramas

vivas tenga sus límites cercanos a los valores de FE e IDR determinados preliminarmente como límites de la zona de manejo silvopastoril.

También fue posible observar en el tratamiento 5 al 7º año, la presencia de exudaciones gomosas en el fuste de algunos ejemplares. Si bien no se efectuó una disección de los mismos para determinar las causas, la ausencia de estos en los otros tratamientos indicaría su relación con la baja densidad inicial de plantación; es lógico que los vientos hayan “agitado” con mayor intensidad estos árboles y al no contar con vecinos donde descargar energía, se hayan generado daños mecánicos en los tejidos, que se manifestaron posteriormente con la exudación de gomas. Es probable que la poda, al elevar el centro de gravedad del árbol, como también la edad, que se manifiesta con una pérdida de flexibilidad de los tejidos oculto el efecto del viento y sólo se pudo detectar este síntoma a partir del año 7.

Vinculando esos daños a la densidad y a los índices de densidad que correspondían a ese tratamiento en el momento de la observación, FE 89 % e IDR 88, pueden tomarse, inicialmente, a esos indicadores como límites de tolerancia mecánica para el manejo de la densidad de la especie a los fines de evitar daños por vientos.

Para similares condiciones de sitio y de material genético, esto implicaría que la densidad al tercer año – cuando se iniciaron las tareas de poda – debiera ser igual o mayor a 700 pla/ha.

La presencia de brotes adventicios en los tratamientos es otro aspecto que debe cuidarse ya que el desarrollo de los mismos desvirtúa los objetivos de producción establecidos para la especie. Analizados los FE e IDR donde se detectó su ocurrencia en los tratamientos 4 y 5 durante el tercero y cuarto levante de poda, se pudo constatar que los valores más próximos a la línea de mortalidad inminente por competencia donde se observó dicha presencia fueron 58 % y 150 respectivamente (Figura 5).

Con los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos, respecto al desarrollo de los árboles de *Grevillea*, y la producción de forraje debajo del dosel, se simularon tres regímenes de manejo que tienen en común los siguientes aspectos: plantación inicial de 1000 plantas/ha, dos raleos precomerciales a los 2,5 y 4 años de edad, disminuyendo la densidad a 750 y 375pl/ha respectivamente, y cuatro levantes de poda y limpieza de brotes epicórnicos entre los 3 y 6 años de edad.

Los costos utilizados para el cálculo de cada uno de los regímenes establecidos se encuentran en la Tabla 1; los sistemas de manejo son como sigue:

- a) *Manejo forestal*: Se efectúa un raleo comercial intenso a los 12-13 años, llevando la densidad final a 160 árboles/ha y la tala rasa se efectúa a los 25-26 años de edad, logrando árboles con diámetros de 48 cm a la altura del pecho (DAP), con trozas libres de nudos de calidad *Grado 1*. Del raleo se obtienen 39 m³ de maderas libre de nudos de 18 a 25 cm y en la tala rasa 151 m³ de madera podada con destino a laminado y 132 m³ con madera con nudos “firmes” destinada a aserrado.
- b) *Manejo Silvopastoril 1*: Un solo raleo comercial; el manejo forestal es similar al propuesto en “a”, solo que el raleo se adelanta al 8º año permitiendo, de esta manera, el acceso de luz para favorecer el crecimiento del componente herbáceo que sustentará la producción ganadera, la cual está calculada en 0,44 kg/cabeza/día. Con este tipo de manejo se disminuyen los diámetros obtenidos en los raleos pero la producción en la tala rasa, a los 25 años, es la misma, en calidad y cantidad, a la presentada en el sistema “a”. Se considera una producción de carne promedio de 73 kg/ha/año entre los 3 y 21 años de la forestación.
- c) *Manejo Silvopastoril 2*: Aquí se proponen dos raleos comerciales de mediana intensidad, buscando un “balance” entre la producción forrajera y forestal. Se mantiene fija la edad, calidad y cantidad de la tala rasa (25 años); se realiza un raleo a los 8 años, con una producción de 9 m³/ha de madera con 18-19 cm en punta fina, y otro raleo a los 11 años con una producción de 16 m³/ha con madera de 18 a 25 cm en punta fina. En este caso la producción de carne se estimó en 67 kg/ha/año entre los 3 y 21 años de la forestación.

TABLA 1: Costos y precios, en pesos, utilizados en los modelos (US\$ 1 = \$ 2.95)

Inversión Forestal (\$/ha)	Preparación de Suelo	Implantación	Año 1	Año 2 – 3	Poda + Raleo Precomercial
	469	566	583	548	859
Madera <i>Grevillea</i> (<i>en pié</i>) (en cm)		> 20 c/nudos	15-20 Podado	18-25 Podado	> 35 Faqueado
		25	10	40	180
Inversión ganadera (\$/ha)		300	Ganado en pié (\$/kg):		1,75

El resultado financiero de estos sistemas de manejo están presentados en la Tabla 2.

TABLA 2: Resultados financieros y económicos esperables de las tres alternativas de manejo simuladas.

Costos totales, incluida la administración, sin tierra y precios medios esperables	Tipo de manejo		
	Forestal	Silvopastoril	
		Sistema 1 (1 raleo fuerte)	Sistema 2 (2 raleos suaves)
Inversión Neta ¹ (\$/ha):	3.745	3.555	3.555
Saldos Anuales Positivos (Años):	En Tala Rasa	4° al 17°	4° al 11°
Pay Back ² (Años):	25	25	25
T.I.R. ³ (% anual):	10,1	10,1	10,4
V.A.N. ⁴ (\$/ha)*	4,0% anual: 8.148	8.251	8.498
V.P.T. ⁵ (\$/ha)**	8,8% anual: 1.935	1.971	2.180

* Incluye el costo anual de administración y el cumplimiento de las normas legales, sin tierra

** Tasa activa esperable para depósitos

CONCLUSIONES

La *Grevillea robusta* A. ha demostrado, en estos primeros años de estudio, ser bastante resistente a la mortalidad por competencia cuando está plantada en densidades altas. No obstante presentó pequeños problemas de exudación gomosa, cuando se encuentra plantada en densidades bajas, debido, posiblemente, a encontrarse más expuesta a la acción del viento lo que produciría daños mecánicos.

Se pudieron determinar los límites dentro de los cuales se optimiza la producción forestal, por un lado, o la permanencia en el tiempo de la pastura dentro de un sistema silvopastoril, por el otro; para esta edad de plantación y con diferentes densidades iniciales; permitiendo al productor, hacer una mejor elección del sistema a implementar de acuerdo con sus necesidades. Si bien estos valores provienen de proyecciones es de suponer que éstas no deben diferir mucho de lo que realmente suceda en el futuro.

Los resultados financieros y económicos estimados cuando manejamos la *Grevillea*, tanto en forma pura como dentro de un sistema Silvopastoril, son robustos, a pesar de considerar precios locales para la carne y de equiparar los precios de *Grevillea* con lo que se paga para madera de Pino (*Pinus* sp.) en la región del Alto Paraná de Misiones.

También, es de importancia resaltar que los resultados de los manejos silvopastoriles mejorarían considerablemente cuando la calidad de la carne cumple con requisitos de mercados exigentes.

Los trabajos que se están realizando sobre mejoramiento genético de esta especie, posibilitarán una mejor adecuación del material para distintas regiones y una ganancia en la producción y la calidad de la madera destinada a la industria.

Respecto a los valores encontrados en las propiedades físico-mecánicas de la madera de *Grevillea*, se puede decir que son muy buenas, presentando en la trabajabilidad algunos problemas al cepillado.

Los conocimientos hoy disponibles hacen necesario y justifican su difusión ya que, en conjunto, posibilitan encarar el cultivo de esta especie con buena información sobre sus aspectos básicos. El objetivo de producción al que se apunta, implica obtener rollizos gruesos y con alta proporción de madera libre de nudos, exigiendo el manejo de la plantación en densidades bajas, abriendo la oportunidad de complementación con otras actividades como ser el engorde de ganado bajo dosel.

BIBLIOGRAFÍA

CABRELLI, D.; REBOTTARO, S.; REZZANO, C. 1997. Evaluación y análisis del manejo de la densidad en plantaciones de *Pinus taeda* L., por medio del índice de densidad del rodal. **Ciencia y Técnica**. AFOA LI n° 1. pp 40-59.

COZZO, D. 1976, **Tecnología de las forestaciones en la Argentina y América Latina**. Editorial Hemisferio Sur. Bs. As. pp 608-609.

CRECHI, E.H. 1996. **Efeitos da Densidade de Plantação Sobre a Produção, Crescimento e Sobrevivência de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em Misiones**, Argentina. Dissertação Mestrado em Engenharia Florestal. Sector de Ciências Agrárias. Univ. Federal do Paraná. Curitiba. 172 pp.

¹ Inversión neta: Inversión que efectivamente debe realizarse, en función de los ingresos del flujo de caja, incluyendo las erogaciones anuales en concepto de administración.

² Pay Back: Año al cual se efectúa la recuperación (sin intereses, a moneda constante) de la inversión realizada.

³ T.I.R.: Tasa Interna de Retorno, es la remuneración al dinero invertido que paga "el proyecto" (expresado en %).

⁴ V.A.N.: Valor Actual Neto, es el monto de dinero, descontado a la tasa de interés consignada, que obtendríamos como ganancia del monto invertido.

⁵ V.P.T.: Valor Potencial de la Tierra, es el valor inicial posible de pagar la compra de la tierra, de tal modo que el proyecto remunere la inversión, incluida la tierra, a la tasa de interés consignada.

- DAY, R. 1985. **Crop Plans in Silviculture**. Lakehead University. 58 pp.
- DAY, R.; GONDA, H.. 1987. Un método de planificación para el manejo de *Pinus elliottii* en Misiones tendiente a mejorar la producción. Actas: Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. CIEF. IV: pp 116-133. Bs. As.
- DREW, T.J.; FLEWELLING, J. 1979. Stand density management: an alternative approach and its applications to Douglas-Fir plantations. **Forest Science**. v.25, n.3. pp 519-535.
- FASSOLA, H.; DOMEQ, C.; MOSCOVICH, F.; FERRERE, P.; LACORTE, S.; HAMPEL, H.; MALETTI, C.; ALLEGRANZA, D. Parámetros Preliminares para la Conducción de Rodales Jóvenes de *Grevillea robusta* A., Orientadas a la Producción de Madera de Calidad en la Provincia de Misiones. Montecarlo: INTA EEA Montecarlo. Informe Técnico N°37. Convenio INTA/SAGPyA/BIRF. 2003. 38 p.
- FERNÁNDEZ, R.A.; Lupi, A.M.; Pahr, N.M.; Domecq, C. 1996. Respuesta del Kiri (*Paulownia spp.*) a la fertilización y al encalado. Informe Técnico n° 7. INTA EEA Montecarlo, Misiones.
- HARWOOD, C.E. 1992. Natural distribution and ecology of *Grevillea robusta*. *Grevillea robusta* in forestry and agroforestry. Proc. of an International Workshop, Ed. by : C.E. Hardwood. Published by ICRAF. pp 21-28.
- INTA. 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina. Castelar. Buenos Aires. Argentina.
- JORNADA DE CAMPO: *Grevillea robusta*, Mejoramiento, Silvicultura, Manejo e Industrialización.. Posadas: INTA EEA Montecarlo/INTA EEA Bella Vista/DANZER FORESTACIÓN S.A. 2004. 39 p.
- LACORTE, S.M. 2001. Disponibilidad forrajera bajo dosel de *Grevillea robusta*. INTA CR Misiones, Campo Anexo Zaimán. Inédito.
- LACORTE, S.M.; FASSOLA, H.E.; DOMEQ, C.; SAN JOSÉ, M.; HENNING, A.; CORREA, E.; FERRERE, P.; MOSCOVICH, F. Efecto del Pastoreo en el Crecimiento de *Grevillea robusta* A. Cunn. y la Dinámica del Pastizal en Misiones, Argentina. – Buenos Aires: **Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)**, v.32, n.2, 2003, p.79-96.
- LARSON, P. 1965. Stem form of young *Larix* influenced by wind and pruning. **Forest Science**. v.II, n.4. pp 412-423.
- LILIEHOM, R.; KESSLER, W.; MERRILL, K. 1993. Stand density index applied to timber and goshawk habitat objectives. In: Douglas-Fir Environmental Management. v.17, n.6, pp 773-779.
- LÓPEZ, J.A.; Parisi, L.M.; Fernández, R.A. 1999. Variación geográfica de *Grevillea robusta* al 4º año de crecimiento en el Noreste de Argentina. Informe Técnico n° 13. INTA EEA Bella Vista. 14 pp.
- LOTT, J.E.; HOWARD, S.B.; ONG, C.K.; BLACK, C.R. 2000. Long term productivity of a *Grevillea robusta*-based agroforestry system in semi-arid Kenya: I, Tree Growth. **Forest Ecology and Management** 139. pp 175-186.
- MACHADO, S.A. 1978. **Studies in Growth and Yield Estimation for *Pinus taeda* L. Plantations in the State of Paraná-Brazil**. Dissertation. (Doctor of Philosophy). University of Washington. 170 pp.
- ONGUGO, P.O. 1992. Place of *Grevillea robusta* in national agroforestry and wood production policies and plans. *Grevillea robusta* in Agroforestry and Forestry. **Proceedings of an International Workshop**. Ed. by: C.E. Hardwood. ICRAF. pp 29-36.
- THIMMA RAJU, K.R. 1992. Silver Oak (*Grevillea robusta*) a multipurpose tree for arid and semi-arid regions. *Grevillea robusta* in Agroforestry and Forestry. Proceedings of an International Workshop. Ed. by: C.E. Hardwood. ICRAF. pp 55-58.

MODELAGEM DE COPAS A PARTIR DO *SOFTWARE* AUTO-CAD
USING AUTO-CAD SOFTWARE IN MODELLING OF TREE CROWNS

Fabício Jaques Sutili⁶, Miguel Antão Durlo⁷.

RESUMO

Para o manejo de matas nativas, com vistas a sustentabilidade da produção interessa, além do crescimento volumétrico do tronco, o crescimento e as modificações da forma das copas. Esse parâmetro é imprescindível para conhecer as exigências de espaço vital das diferentes espécies e para a modelagem da concorrência e do crescimento de povoamentos florestais manejados a partir de árvores singulares. O trabalho utiliza o *software* Auto-CAD para obter índices morfométricos e modelar o desenvolvimento de copas com o objetivo de demonstrar a metodologia de trabalho. A metodologia utilizada mostrou-se eficaz, permitindo calcular diversas variáveis de interesse. Ficou comprovado ser possível obter, de forma relativamente simples, os modelos de copa, indispensáveis para quantificação da concorrência com base no sombreamento de projeções ou na interseção de volume de copas.

Palavras-chave: morfometria, manejo florestal, concorrência florestal, árvores singulares.

ABSTRACT

For management of native forests, aiming the sustainability of wood production, it is of concern, besides its volumetric growth, the growth and modifications in the shape of tree crown. This parameter is necessary to know the demands of vital space of different species as well as the modelling of competition and growth of forest settlements, starting from singular trees. This work uses the Auto-CAD software to calculate several morphometric indexes and to model the development of crown, with the objective of demonstrating the procedure. The methodology was shown to be effective, allowing to calculate several variables of interest. It was demonstrated that it is possible to obtain, in a relatively simple way, the tree crown model, indispensable to quantify the competition, based on crown surface or volume overlap.

Key words: crown model, forest management, forest competition, singular trees.

INTRODUÇÃO

As formas e dimensões das copas das árvores crescidas livres de concorrência – árvores solitárias – e suas respectivas modificações com o passar do tempo são balizas determinantes para as intervenções silviculturais, quando estas estiverem crescendo em maciços florestais. Com os dados das árvores solitárias consegue-se construir diferentes modelos de concorrência que vão desde a simples proporção de copa até a sobreposição de projeções e o entrelaçamento volumétrico de copas. Trabalhos pioneiros, em nosso meio, já vêm explorando esta perspectiva de estudo (Durlo, 1996; Durlo & Denardi, 1998; Durlo *et al.*, 2000; Della Flora, 2001; Einspieler, 2002). Da modelagem podem ser deduzidas informações silviculturais de interesse, como o espaço vital, a produtividade, o formal de copa, grau de esbeltez, índice de abrangências, de saliência, etc. Os trabalhos dos autores citados utilizam a projeção de copas como parâmetro para a concorrência. O sombreamento da projeção de copa, apesar de ser um bom indicativo da concorrência não é sempre adequada, especialmente quando se tem povoamentos mistos com árvores de diferentes formas de copa. Árvores com uma mesma altura e projeção de copa podem concorrer de maneira muito diferente, na dependência da forma de suas copas (Figura 1). Assim sendo, expressões do entrelaçamento de manto e volume das copas podem ser mais adequadas, ou ao menos complementares, na determinação da concorrência.

Na Figura 1 as projeções das copas revelam uma competição igual para todas as árvores (áreas achuradas). Já, quando considerado as formas tridimensionais da copas fica evidente que a concorrência se estabelece de maneira muito diferente entre as árvores em função do modelo de copa. A árvore ‘e’, por exemplo, nem mesmo chega a realizar entrelaçamento de volume com a árvore ‘d’, diferente do que acontece entre esta e a ‘f’ ou entre ‘a’ e ‘b’. Com os modelos tridimensionais é possível reconhecer melhor a concorrência e deduzir quais as formas (as espécie) que conseguem um melhor aproveitamento do espaço e da entrada de luz no povoamento.

Para a obtenção de dados com vistas a modelagem da copa pode-se desenvolver e empregar diferentes métodos. É possível pensar em se fazer medições diretamente nas árvores, como também poder-se-ia utilizar relascopio ou tele-relascopio para a tomada de dados ou ainda obter os dados através de fotografias.

⁶ Engenheiro Florestal, M.Sc. – Rua: Sergipe n. 702, apto 202, CEP: 99700-000, Erechim-RS. end. eletrônico: sutili@mail.ufsm.br.

⁷ Engenheiro Florestal, Prof. Dr. – Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP: 97105-900, Santa Maria-RS. end. eletrônico: migueldurlo@smail.ufsm.br.

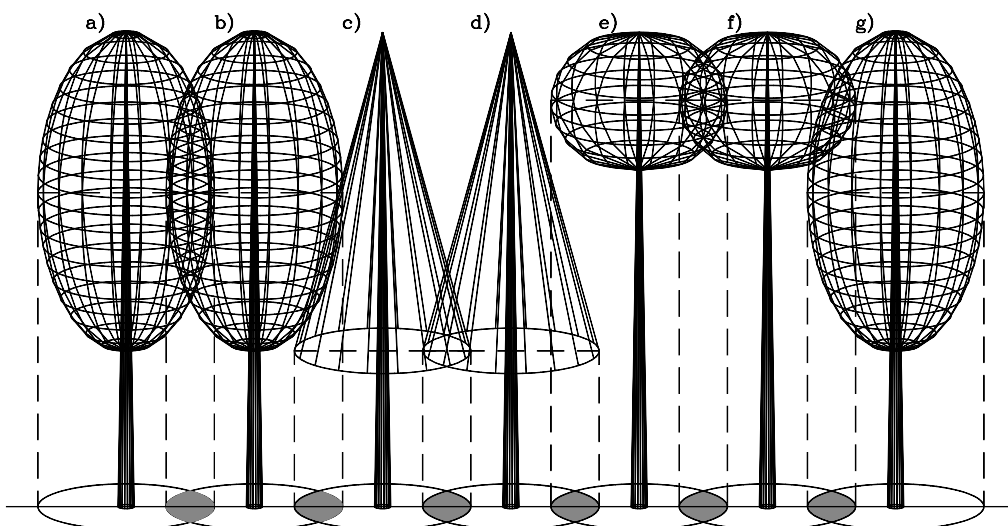


FIGURA 1: Concorrência, mostrada pela projeção e pelo entrelaçamento do volume das copas.
 FIGURE 1: Competition between different species.

Esse trabalho tem o objetivo de demonstrar uma metodologia para a modelagem das copas. O método obtém os dados necessário a partir de fotografias das copas e utiliza os *softwares* SPSS e Auto-CAD, para que sejam calculados e gerados os modelos matemáticos e expressões gráficas tridimensionais das copas. A partir destas informações pode-se deduzir diferentes parâmetros e fazer importantes inferências para o manejo florestal.

REVISÃO DE LITERATURA

Muitos autores conduziram diversos estudos da forma das árvores. Dentre eles pode-se citar o pioneiro Burger (1939), a quem se devem as primeiras caracterizações e modelos de copa, Mayer (1958), Assmann (1961), Mitscherlich (1978), Stampfer (1995) e Hasenauer (1997). Hoje, no meio florestal acadêmico, o DAP, a área basal, a altura (total, comercial, dominante), a área de projeção de copa e o volume de copa são conceitos bem conhecidos. Menos conhecidos, entretanto, são o manto de copa, o índice de abrangência, o formal de copa, o grau de esbelteza, o índice de saliência e o índice de espaço vital (Assmann, 1961; Sterba, 1991). Todas estas variáveis foram claramente expostas e explicadas por Durlo & Denardi (1998).

A pesquisa das relações interdimensionais das árvores solitárias é importante, pois permite prever o espaço exigido pela árvore ao longo de seu desenvolvimento, julgar a concorrência a que está submetida, além de possibilitar inferências sobre a estabilidade, vitalidade e produtividade de cada indivíduo. Assim sendo, serve como instrumento prático para intervenções silviculturais, especialmente quando não se conhece a idade das plantas. As relações das formas das árvores com as dimensões diâmetro e altura, são ainda mais importantes na medida em que se trabalha com o conceito de árvores-F (Abetz e Ohnemus, 1994). Conhecendo-se estas relações, podem ser usados os conceitos de altura-meta ou de diâmetro-meta (Reininger, 1987; Durlo & Denardi, 1998) das árvores-F como indicativos de intervenções silviculturais, pois fica possível antever o número adequado de árvores por unidade de área, durante o desenvolver da floresta, liberando-as das demais através dos desbastes.

Atualmente, as formas e dimensões das copas e sua modificação com o tempo adquirem ainda maior importância, dada a possibilidade de fazer-se modelos matemáticos de concorrência, especialmente os que utilizem o conceito de diâmetro potencial e de copa potencial – a partir do estudo de árvores solitárias (Hasenauer, 1994; Vanclay, 1994) e, a partir daí, confeccionar modelos de crescimento de povoamentos florestais (Hasenauer, 1994; Hasenauer *et al.*, 1995; Pretzsch, 1995; Durlo, 1996; Durlo & Denardi, 1998; Hasenauer, 2000; Durlo *et al.*, 2000; Della Flora, 2001; Einspieler, 2002).

MATERIAIS E MÉTODOS

Durlo & Denardi (1998) e Durlo (2001) no estudo dos parâmetros morfométricos da *Cabralea canjerana* (Well) Mart. tomaram duas fotos de cada árvore estudada (90° uma da outra) e para a leitura dos parâmetros da copa projetaram os diapositivos sobre uma cartolina branca contornado as formas das copas e tomando as medidas com base em uma escala de tamanho conhecido que era fixada ao DAP (Figura 2). Recentemente, com a facilidade em se contar com máquinas fotográficas digitais de boa resolução é possível que em substituição à metodologia de Durlo & Denardi (1998) possa-se realizar as correções e leituras diretamente sobre as imagens digitais utilizando-se *softwares* apropriados.

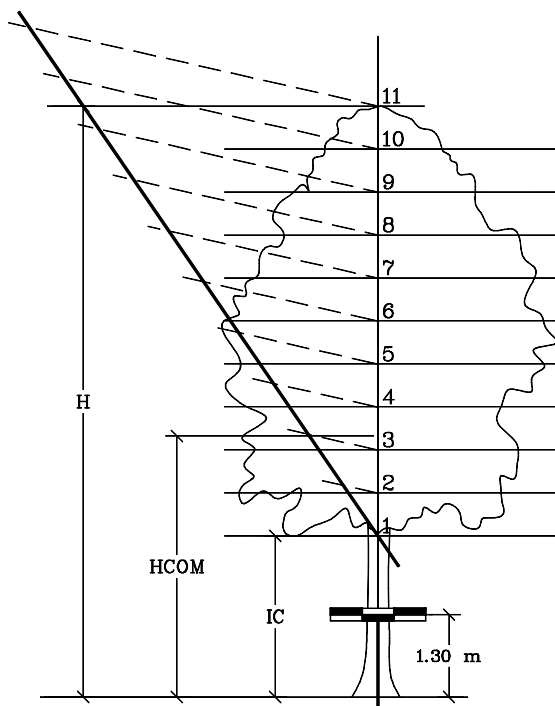


FIGURA 2: Medições em cada árvore e divisão relativa da copa para a obtenção do raio correspondente.
 FIGURE 2: Tree measurements and relative division of crown to obtain the corresponding crown ray.

O *software* Auto-CAD 2000 permite tanto fazer as leituras sobre as fotos como após os modelos matemáticos terem sido gerados (por *softwares* estatísticos ou matemáticos como: SPSS, SAS, Matemática, etc.) pode ser usado para a confecção dos modelos tridimensionais das copas e realizar simulações de concorrência.

A seguir descreve-se a metodologia desde a tomada das leituras sobre as imagens até a obtenção dos modelos tridimensionais.

Trabalhos de campo (tomada das fotografias)

Uma vez selecionadas as árvores solitárias, deve-se tomar duas fotografias sendo a segunda a 90° da primeira. No momento da foto deve-se associar à árvore uma escala de tamanho conhecido que será usada como referência para a determinação da escala das fotos no computador.

Em função da perspectiva central usada pelas máquinas fotográficas, toda vez que se fizer uma foto com um determinado ângulo de visada diferente do horizontal, provoca-se deformações no objeto fotografado. Por isso, é necessário também, conhecer o ângulo de inclinação da máquina fotográfica para que sejam corrigidas possíveis distorções devido à perspectiva central usada pelas máquinas fotográficas.

A análise fotográfica deve ser usada somente para a tomada dos parâmetros que não podem ser diretamente medidos sobre as árvores. Diâmetros (DAP) e alturas que são normalmente correlacionados aos valores de copa devem ser tomados de maneira tradicional e relacionados às fotografias.

Importando as imagens para o Auto-CAD

As imagens digitais podem ser do tipo *.bmp, *.jpg ou *.gif. Estas imagens são inseridas ao *software* Auto-CAD através do comando 'imageattach'. Com esse comando é aberta uma janela de diálogo onde pode ser selecionada a imagem de interesse.

Correção da escala e das distorções fotográficas

O passo seguinte é determinar a escala correta com base no objeto de tamanho conhecido que fora fixado ao DAP da árvore. Para isso precisa-se verificar o seu comprimento em unidades virtuais, consegue-se isso através do comando 'dist'. Com isso é exibido no campo de comando a distância em unidades virtuais. Dividindo-se o tamanho real do objeto pelo valor informado pelo processo anterior tem-se um fator de correção.

O fator encontrado pode agora ser utilizado para a correção da escala da imagem através do comando 'scale'. Da mesma maneira, também, pode ser corrigidas as distorções fotográficas em virtude da inclinação da tomada da

fotografia, ou qualquer outro ajuste necessário. Durlo & Denardi (1998) determinaram fatores de correção para uma máquina fotográfica específica, ao fotografarem um objeto de dimensões conhecidas a uma distância fixa, porém com diferentes inclinações de visada. De posse dos dados do experimento fotográfico, calcularam duas funções, que permitiam corrigir as distorções fotográficas no sentido longitudinal (altura) e transversal (largura de copa), na dependência do ângulo de visada de cada foto.

Medições executadas

Com a imagem corretamente escalada pode-se novamente utilizar o comando ‘dist’ para obter as medidas de interesse como: ponto de inserção de copa (IC), da altura comercial (HC), da altura total (HT) e de vinte raios de copa (em cada foto) ao longo da altura da árvore (Figura 2).

O posicionamento dos raios, 10 para a esquerda e 10 para a direita de uma linha vertical que passa pelo centro do DAP, é obtido através do seccionamento gráfico da copa em 10 partes iguais (Figura 2).

Os valores dos raios das copas podem ser agora usados para a determinação de uma função que explique o padrão de crescimento da copa em função de uma serie diamétrica, por exemplo.

Modelagem da copa (gerando as funções)

O eixo central de cada árvore é considerado o eixo de x , e o comprimento de cada raio, o valor de y correspondente, o comprimento da copa é obtido pela diferença entre HT e IC. Com o comprimento do eixo da copa conhecido, as medições dos raios de copa iniciam-se na posição da inserção da copa (posição demarcada com 1 na Figura 3, valor $x = 0$). O seguinte valor de x , (posição 2 na Figura 3) corresponde 0,1 do comprimento da copa. O próximo, 20% do comprimento da copa. E assim sucessivamente. Com os pares de dados, valor de x e do raio de copa naquela posição (y), é possível obter uma função que descreva a forma geral de um lado da copa, conforme o esquema mostrado na Figura 3.

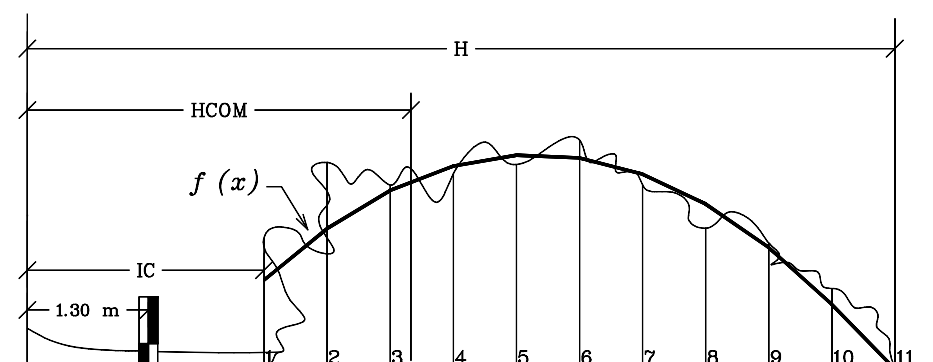


FIGURA 3: Função que descreve a forma da copa a partir da medição dos raios de copa.
 FIGURE 3: Crown function obtained from crown rays measurements.

De cada árvore, são obtidos 40 raios em posições relativas ao comprimento total da copa, em 2 perspectivas diferentes (a segunda a 90° da primeira).

Entretanto, como as copas variam de tamanho e eventualmente também de forma em função do diâmetro das árvores, esta variável (DAP) também precisa ser incluída no modelo. Assim, sendo conhecido o DAP, a função gera um comprimento de copa e calcula os raios de copa médios para qualquer posição ao longo de seu comprimento.

Ao convencionar-se que y = raio da copa, x = posição do raio no eixo da copa, e z = DAP, tem-se que, de forma genérica, a dimensão do raio de copa pode ser expresso por:

$$y = f(x, z)$$

Assim, utilizando-se o programa estatístico SPSS é possível gerar um modelo a partir da expressão básica acima. Desta forma, ao fixar-se um valor de DAP qualquer, pode-se obter os raios de copa para cada posição no eixo da copa e produzir um modelo tridimensional da mesma. A partir destes modelos é possível, então, calcular e acompanhar o desenvolvimento de diversos índices morfométricos para a espécie em estudo.

Modelos 3D e obtenção dos dados de volume e área de copa

A expressão gerada a partir dos dados das copas resulta em uma superfície de resposta que demonstra o padrão de desenvolvimento dos raios de copa em função do DAP e da sua posição relativa no eixo da copa a partir da inserção

desta. Desta função geral é possível derivar funções específicas que informem os comprimentos de raio em qualquer posição da copa para determinado DAP. Com estas funções é então possível traçar (em escala) a silhueta de meia copa usando o comando ‘pline’ do Auto-CAD. É importante que após traçada a função o polígono seja fechado traçando-se o eixo da árvore e base da copa quando necessário. Esse polígono básico expressa em duas dimensões a ½ copa de uma árvore. É possível duplicar o polígono básico (comandos: ‘copy’ e ‘mirror’) para se obter uma copa completa (ainda em duas dimensões). Revolucionando-se o polígono em 360º pode-se obter uma expressão tridimensional do modelo da copa. Para isso, é necessário posicionar o polígono básico na coordenada 0,0 do plano CAD e aplicar à esta figura o comando ‘revolve’. Na Figura 4 pode-se ver esta seqüência descrita a cima.

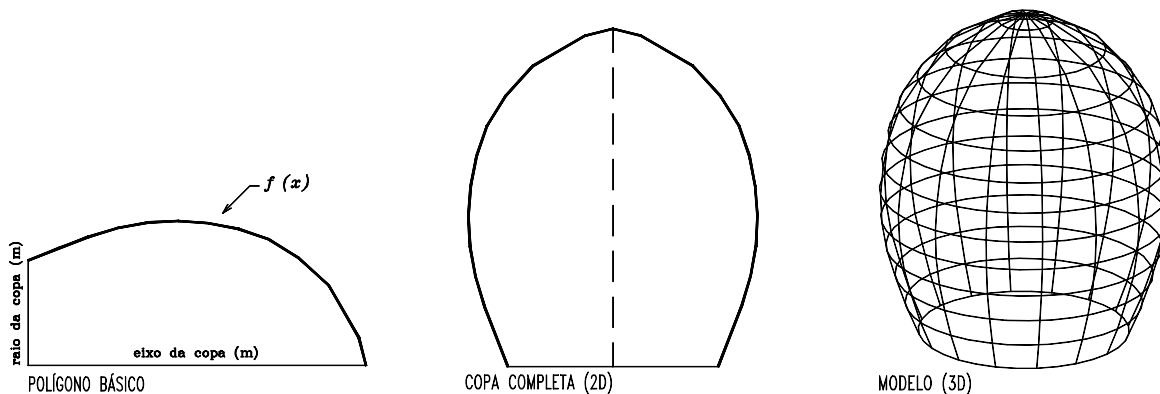


FIGURA 4: Geração do modelo de copa.
 FIGURE 4: Generation of the crown model.

Do modelo 3D é possível obter os valores de volume (comando: ‘massprop’) e de superfície, ou área, através do comando ‘area’.

RESULTADOS DE ENSAIOS REALIZADOS COM DUAS ESPÉCIES NATIVAS.

Afim de melhor demonstrar o valor da metodologia e as possibilidades de uso dos resultados obtidos a partir da utilização do software Auto-CAD, são apresentados alguns resultados de um trabalho realizado com *Cedrela fissilis* Vellozo (cedro) por Durlo *et al.* (2004) e de um pequeno ensaio feito a partir de árvores solitárias de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel (louro). Os dados referentes ao estudo com cedros crescidos livres de concorrência realizado por Durlo *et al.* (2004) tiveram suas copas medidas através da projeção de diapositivos e medição das variáveis com ajuda de um escalímetro. Estes dados foram então usados para a calculo do modelo matemático geral e o Auto-CAD foi usado para produção dos modelos gráficos tridimensionais e para a leitura dos valores de superfície e volume das copas e diversas outras variáveis.

Durlo *et al.* (2004) utilizaram 22 árvores (o que pode ser considerado pouco) para obter a equação mostrada a seguir:

$$y = -0,4937 + 0,4668.x - 0,21572.x^2 + 0,08266.z - 0,0013056.z^2 + 0,03328.x.z \tag{Eq. 1}$$

com um coeficiente de determinação (R²) de 0,76.

Onde: y = raio de copa (m); x = eixo da copa, a partir de IC (m); z = DAP (cm)

Na Figura 5 é possível ver a representação gráfica (superfície de resposta) desta equação. Também podem ser vistos os pontos amostrais utilizados na composição do modelo matemático.

Agora, fixando-se valores para o DAP (z) na Equação 1 e derivando-a parcialmente em função de x, obtêm-se uma função resultante que expressa a forma de meia copa de cedro para o DAP fixado. Por exemplo, se quisermos conhecer a função derivada que descreve a forma da copa para um DAP de 30 centímetros, chegaremos à seguinte equação.

$$y = 0,811 + 1,4653.x - 0,2157.x^2 \tag{Eq. 2}$$

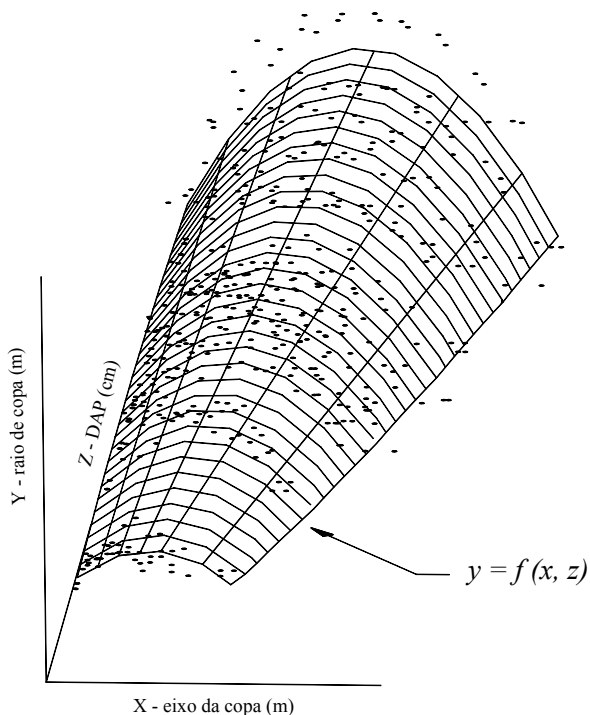


FIGURA 5: Superfície de resposta gerada pela equação anterior (*C. fissilis* –, Durlo *et al.*, 2004).
 FIGURE 5: Response surface generated by the previous equation (*C. fissilis* –, Durlo *et al.*, 2004).

A partir desta expressão (Equação 2) é possível conhecer o comprimento da copa (se atribuirmos o valor zero para y) e calcular os raios (y) para cada posição do eixo (x). Podendo assim, reconstruir o modelo da copa para cada DAP de interesse. Na Figura 6 pode ser visto a expressão gráfica da Equação 2.

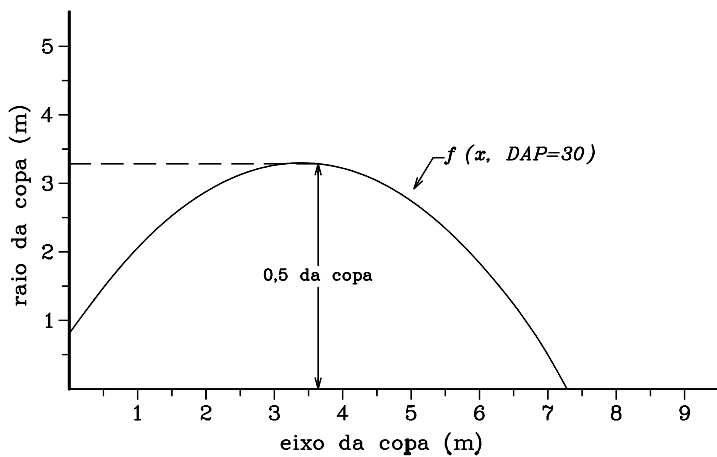


FIGURA 6: Curva do raio de copa para um cedro com DAP de 30 cm.
 FIGURE 6: Curve of crown ray for a *C. fissilis* with 30 cm of DBH.

A curva demonstrada na Figura 6 é uma aproximação dos perfis descritos pelos raios de copa ao longo do eixo de uma árvore de cedro com DAP de 30 cm. Da mesma forma é possível obter expressões para qualquer valor de DAP, dentro dos limites estudados. A Figura 7 mostra o resultado gráfico para os diâmetros de 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 cm.

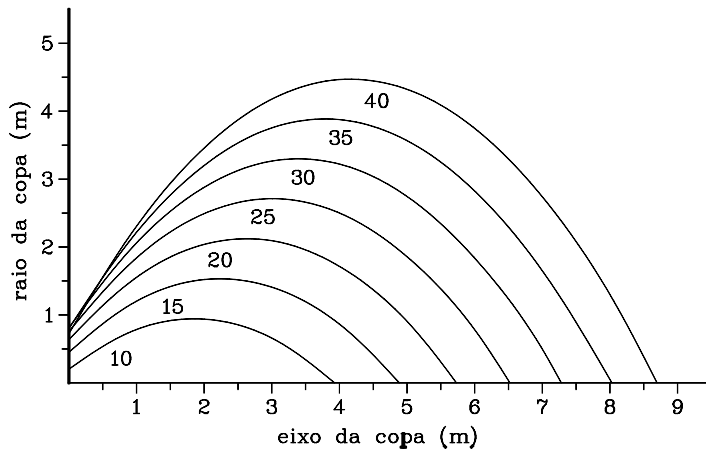


FIGURA 7: Curvas de raios de copa para cedros de diferentes DAP.
 FIGURE 7: Curves of the crown rays for *C. fissilis* of different DBH.

Da revolução destas curvas foi possível gerar os modelos tridimensionais das copas, de onde pode-se acompanhar visualmente o desenvolvimento da copa do cedro. A demonstração disso, para as curvas já produzidas (10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 cm de DAP), pode ser vista na Figura 8.

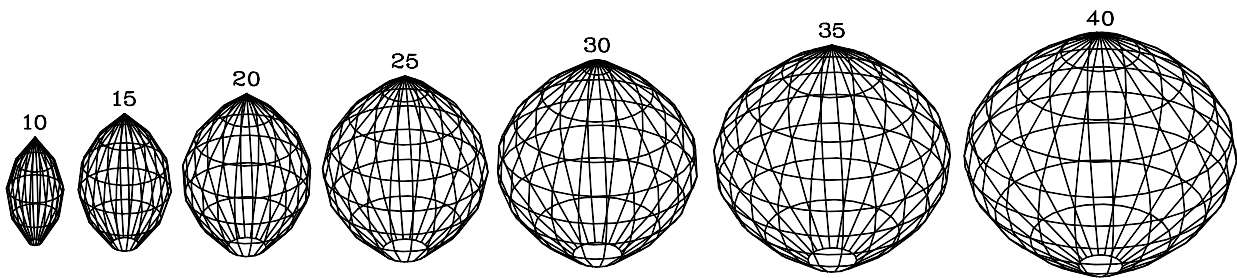


FIGURA 8: Vistas tridimensionais das copas de cedro para 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 cm de DAP.
 FIGURE 8: Three-dimensional views of *C. fissilis* crowns, for DBH of 10,15,20,25,30,35, 40 cm.

O uso do Auto-CAD permitiu calcular com facilidade diferentes índices morfométricos para o cedro, além de fornecer diretamente dados para estudar as relações entre estes (Durló *et al.*, 2004). A partir dos dados obtidos de árvores solitárias é possível calcular diâmetros e copas potenciais para indivíduos crescendo em maciços florestais e, assim, calcular índices de concorrência simples como a proporção de copa ou a relação copa atual / copa potencial, até índices mais complexos como sobreposição de projeções e o entrelaçamento de volumes de copa.

Na Figura 9, a título de exemplo, é mostrado um modelo de copa construído para *Cordia trichotoma* (louro) com árvores 25 cm de DAP.

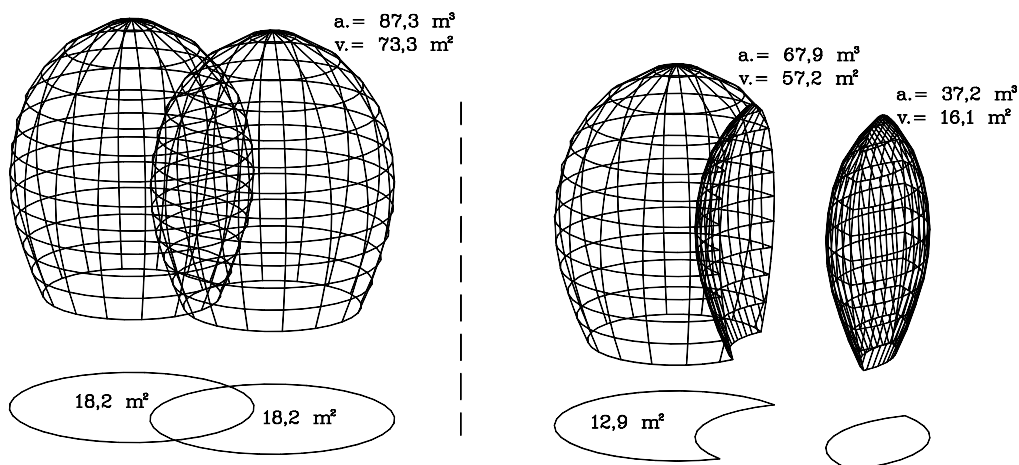


FIGURA 9: Concorrência medida pela projeção de copas e pelo entrelaçamento de volumes (*C. trichotoma*).
 FIGURE 9: Competition measured by crown and volume overlap (*C. trichotoma*).

É importante lembrar que a precisão estatística fica sempre na dependência do ajuste conseguida para o modelo matemático geral (Equação 1) que por sua vez depende da quantidade e representatividade dos dados coletados a campo.

CONCLUSÕES

A metodologia utilizada para a modelagem das copas mostrou-se eficaz. O uso do AutoCAD facilita muito a obtenção de modelos bi- e tridimensionais das árvores, permitindo o cálculo fácil e rápido de diversas variáveis de interesse para a silvicultura e para o manejo florestal, especialmente quando se trabalha com o conceito de árvores-F.

Com o desenvolvimento desta metodologia, fica possível obter-se, de forma relativamente simples, os diâmetros e as copa potenciais, indispensáveis para a formulação de modelos de concorrência com base no sombreamento de projeções ou na interseção de volume de copas.

Esses modelos somente terão aproveitamento prático quando se dispuser de levantamentos suficientes para caracterizar o crescimento dos troncos, a desenvolvimento da forma da copa de indivíduos solitários das espécies florestais de interesse. Somente assim será possível criar futuramente *softwares* capazes de simular a concorrência, o crescimento individual e a produção ou produtividade total da floresta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABETZ, P.; OHNEMUS, K. Der Z-Baum-Bestockungsgrad (Definition, Herleitung, Anwendung) **Allg. Forst- u. J.-Ztg.** 165. Jg.,10-12, 1994. p.177-185.
- ASSMANN, E. **Waldetragskunde**. München: Bayr. Landw. Verlag., 1961.
- BURGER, H. Baumkrone und Zuwachs in zwei hiebsreifen Fichtenbeständen. **Mitt. Schweiz. Anst. f. forstl. Vers. Wesen.** 21, 1939. p.147-176.
- DELLA FLORA, J. B. **Modelos de Crescimento para Árvores Singulares – *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez. e *Ocotea puberula* Ness.** Santa Maria: Dissertação de Mestrado CCR / UFSM, 2001.
- DURLO, M. A. **Zuwachsuntersuchungen und Einzelbaumwachstumsmodelle für *Cabralea glaberrima*, *Cedrela fissilis* und *Cordia trichotoma* in sekundären Laubmischwäldern Südbrasilien.** Wien: Dissertation, Universität für Bodenkultur, Institut für Waldwachstumsforschung, 1996.
- DURLO, M. A., MARCHIORI, J. N. C., SPATHELF, P. Perspectivas do manejo florestal por árvores singulares. **Ciência & Ambiente.** v. 20, Santa Maria: Ed. Palloti, 2000. p.71-82.
- DURLO, M. A. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. **Ciencia Florestal.** v. 11, n. 1, Santa Maria: FATEC, 2001. p.141-150.
- DURLO, M.A. & DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária do Rio Grande do Sul. **Ciencia Florestal**, v. 8, n. 1, Santa Maria: FATEC, 1998. p.55-66.
- DURLO, M.A.; SUTILI, F. J.; DENARDI, L. Modelagem da copa de *Cedrela fissilis* Vellozo. **Ciencia Florestal**, Santa Maria: FATEC, 2004. no prélo.
- EINSPIELER, H. **Waldwachstumskundliche Untersuchungen von *Cabralea canjerana*, *Cedrela fissilis* und *Cordia trichotoma* in sekundären Laubmischwäldern im zentralen Rio Grande do Sul, Brasilien.** Wien: Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Institut für Waldwachstumsforschung, 2002.
- HASENAUER, H. Dimensional relationships of open-grown trees in Austria. **Forest Ecology and Management.** 96 (1997), 1997. p.197-206
- HASENAUER, H. Ein Einzelbaumwachstumssimulator für ungleichaltrige Fichten- Kiefern- und Buchen-Fichtenmischbestände. **Fostliche Schriftenreihe Universität für Bodenkultur.** Band 8, Wien: Universität für Bodenkultur, Institut für Waldwachstumsforschung, 1994.
- HASENAUER, H. Princípios para a modelagem de ecossistemas florestais. **Ciencia & Ambiente.** v. 20, Santa Maria: Ed. Palloti, 2000. p.53-69.
- HASENAUER, H.; MOSER, M.; ECKMÜLLNER, O. Ein Programm zur Modellierung von Wachstumsreaktionen. **Allgemeine Forstzeitung.** 4, 1995. p.216-218.
- MAYER, R. Untersuchungen über die Kronengröße und Zuwachsleistung der Traubeneiche auf süddeutschen Standorten. **AFJZ.** 129, 1958 p.105-114;151-163;193-201.
- MITSCHERLICH, G. **Wald Wachstum und Umwelt – Eine Einführung in die ökologischen Grundlagen des Waldwachstums.** erster band, Frankfurt, 1978.

MITSCHERLICH, G. **Wald, Wachstum und Umwelt**. Eine Einführung in die ökologischen Grundlagen des Waldwachstums. Erster Band: Form und Wachstum von Baum und Bestand. II Auflage. J.D. Frankfurt: Sauerländer's Verlag, 1978.

PRETZSCH, H. Perspektiven einer modellorientierten Waldwachstumsforschung **Forstwissenschaftliches Centralblatt**. 114 (1995), 1995. p.188-209

STAMPFER, E **Solitärdimensionen österreichischer Baumarten**. Wien: Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, 1995.

STERBA, H. **Forstliche Ertragslehre**. Heft 4. Wien: Universität für Bodenkultur, Institut für Waldwachstumsforschung, 1991.

STERBA, H. **Holzmeßlehre**. Berichte aus der Abteilung Holzmeßkunde und Inverturfragen. Heft 3. Wien: Universität für Bodenkultur, 1991.

VANCLAY, J. K. **Modelling Forest Growth and Yield**. Applications to mixed tropical Forests. Wallingford: CAB International, 1994.

INFLUÊNCIA DO VERMICOMPOSTO COMO SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* ST. HILL).

INFLUENCE OF EARTHWORM COMPOST AS SUBSTRATUM IN THE PRODUCTION OF ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* ST. HILL) SEEDLINGS.

Igor Poletto⁸ Denise Ester Ceconi¹ Delmar Santin¹ Juarez Martins Hoppe²
Mauro Valdir Schumacher³ Flávia Gisele König⁴

RESUMO

Para avaliar o crescimento inicial de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) com diferentes porcentagens de vermicomposto, realizou-se um experimento no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria-RS. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, constituído por 5 tratamentos e 10 repetições. Os tratamentos foram compostos pela seguinte mistura: T1- 100% solo (testemunha), T2- 90% solo + 10% vermicomposto, T3- 80% solo + 20% vermicomposto, T4- 70% solo + 30% vermicomposto, T5- 60% solo + 40% vermicomposto. Foram avaliados a altura, o diâmetro do colo, a biomassa aérea, a biomassa radicular e a biomassa total. Para as variáveis altura, diâmetro e biomassa aérea, o tratamento T5 apresentou melhores resultados, para a variável biomassa radicular, o tratamento T4 apresentou melhor resultado.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*, produção, mudas, vermicomposto.

ABSTRACT

To evaluate the initial growth of erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) seedlings with different earthworm compost percentages, the experiment took place in the Forest Nursery of the Department of Forest Sciences of Santa Maria Federal University - RS. The experiment was led in statistical randomized entirely design, constituted by 5 treatments and 10 repetitions. The treatments were composed by the following mixture: T1 - 100% soil (control), T2 - 90% soil + 10% earthworm compost, T3 - 80% soil + 20% earthworm compost, T4 - 70% soil + 30% earthworm compost, T5 - 60% soil + 40% earthworm compost. Were appraised the: height, the lap diameter, aerial biomass, root biomass and total biomass. For the height variables, diameter and aerial biomass, the treatment T5 presented better results, for the variable root biomass, the treatment T4 presented better result.

Key words: *Ilex paraguariensis*, production, seedlings, earthworm compost.

INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.), é uma espécie arbórea, típica das regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, sendo encontrada no Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai, ocupando 5% do território nacional e 3% da América do Sul. Ela desempenha importante papel sócio-econômico, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Sua principal utilização é na produção de bebidas, mas apresenta grande potencial para outras aplicações industriais como corante, conservante alimentar, medicamentos, produtos de higiene e cosméticos (Maccari Junior, 2000).

Suas folhas preparadas segundo método apropriado fornece o “mate”, o mais popular dos chás consumidos no país e, exportado para todo o mundo. Por essa razão é muito cultivada no sul do país; entretanto, a maior parte da produção ainda provém da exploração de ervais nativos. A árvore é ornamental e pode ser empregada no paisagismo (Lorenzi, 2000).

Sua árvore possui caule de cor acinzentada, geralmente com 20 a 25 cm de diâmetro, podendo atingir 50 cm. Conforme o sítio e a idade podem chegar aos 15 metros de altura, mas quando recebem poda não passam dos 7 metros. A parte que realmente interessa são as folhas, estas estão distribuídas de forma alternada, são subcoriáceas até coriáceas, estreitas na base e ligeiramente obtusas no vértice. Suas bordas possuem pequenos dentes, visíveis da metade do limbo para a extremidade. Em áreas de matas nativas, onde há menor intensidade de luz, as folhas podem chegar a uma dimensão de 23 cm de comprimento com 8 a 10 cm de largura.

A erva-mate é uma planta dióica, havendo indivíduos masculinos (androsporângiados) e femininos (ginosporângiados) por aborto de um ou outro esporângio (estames ou pistilos), de forma que só uma observação

⁸ Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal – CCR - UFSM. E-mail: igorpoletto@mail.ufsm.br

² Prof. Dr. do DCFL. Email: hoppe@ccr.ufsm.br Endereço: Av. Roraima. Campus da UFSM. Santa Maria-RS.

³ Eng. Florestal. Dr. nat. techn., Professor Adjunto do DCF, CCR - UFSM. Bolsista do CNPq.

⁴ Eng. Florestal, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, CCR – UFSM.

cuidadosa permite verificar se a planta é uma feminina ou masculina. Suas flores são pequenas e dispostas na axila das folhas superiores. O fruto é classificado como drupa ou baga-drupa, sua coloração muda, variando de verde, branco, vermelho e, finalmente preto, quando completamente maduro, nesta fase atraem pássaros, que irão favorecer a disseminação da planta. O fruto maduro compõem-se de quatro sementes pequenas, que apresentam o tegumento áspero e duro, o que causa dificuldades para sua germinação. A erva-mate floresce entre os meses de setembro e dezembro e, sua frutificação ocorre nos meses de janeiro a março.

Em estado natural a erva-mate é umbrófila, de crescimento lento a moderado, típica de florestas maduras, cresce espontaneamente nas regiões constituídas por matas de araucárias, onde pode atingir densidade de centenas de indivíduos por hectare. A presença de araucárias (*Araucaria angustifolia*), imbuia (*Ocotea porosa*), cedro (*Cedrela fissilis*), pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*), canjarana (*Cabralea canjerana*), pinho bravo (*Podocarpus* sp.), alecrim (*Holocalyx balansae*), mirtáceas, lauráceas, leguminosas e outras espécies de árvores garantem um bom ambiente à formação de erva-mate.

A sua ocorrência nas matas subtropicais do sul do Brasil possibilita, igualmente, a dispersão pelo Paraguai e Argentina. Estas matas distribuem-se desde a parte oriental do sul do Brasil, até o Paraguai e região nordeste da Argentina, compreendendo as Províncias de Misiones e Corrientes, onde a presença de araucária não é constatada, a presença da erva-mate neste tipo de associação dá-se, principalmente, nos sub-bosques das matas do Rio Paraná e afluentes (Andrade, 1999).

O presente trabalho teve por objetivo estudar a utilização do vermicomposto como substrato para a produção de mudas de erva-mate *Ilex paraguariensis* St. Hill. em casa de vegetação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O sistema extrativista utilizado no início do ciclo da erva-mate desencadeou uma instabilidade econômica para a cultura e, gerou uma escassez nos conhecimentos necessários para a sua produção. Produtores, órgãos de pesquisa, e indústria estão empenhados para tornar o produto mais competitivo no mercado (Andrade, 1999).

A produção de mudas de erva-mate é um processo demorado que segue uma sequência de atividades interligadas, como: obtenção das sementes, estratificação, semeadura, germinação, substrato e recipientes utilizados, repicagem das mudas, cuidados básicos após a repicagem, etc. (Andrade, 1999).

Segundo Carneiro (1995), o substrato usado para a produção de mudas deve fornecer condições para o enraizamento, suporte estrutural da parte aérea e fornecer os nutrientes necessários à nutrição da muda. A utilização da matéria orgânica como fonte principal de adubação, permite que as plantas cresçam mais resistentes e fortes, restaurando ainda o ciclo biológico natural do solo, fazendo com que se reduzam de maneira significativa as infestações de pragas, diminuindo conseqüentemente as perdas e as despesas com agrotóxicos (Longo, 1987).

Conforme Antonioli *et al.* (1995), vermicomposto é o nome que se dá à ação das minhocas em um composto orgânico, transformando-o em húmus. O vermicomposto é o composto enriquecido com esterco das minhocas, contendo microorganismos humificantes alcalinos e bactérias que constituem algo semelhante a anticorpos naturais contra pragas e doenças, e que transmitem saúde às plantas.

O vermicomposto segundo Gonçalves & Poggiani (1996), usado como substrato, apresenta inúmeras vantagens, como, boa consistência dentro de recipientes, média a alta porosidade e drenagem, alta capacidade de retenção de água e nutrientes, elevada fertilidade, boa formação do sistema radicular, entre outras.

Segundo Longo (1987), o húmus produzido pelas minhocas é em média, 70% mais rico em nutrientes que os húmus convencionais. Este húmus apresenta ainda a vantagem de ser neutro, uma vez que as minhocas possuem glândulas calcíferas, corrigindo assim ou pelo menos facilitando a correção do pH do substrato. O húmus segundo Knapper (1990), é a matéria orgânica decomposta e pronta a ser assimilada pela planta. As minhocas promovem a mistura íntima da matéria orgânica com a fase mineral formando agregados homogêneos humo-argilosos de 1,5 a 3,0 mm de diâmetros.

Baldin *et al.* (2000), pesquisaram diferentes doses de vermicomposto bovino e casca de pinus misturadas como substrato para produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth (Bracatinga) e concluíram que acima de 50% de vermicomposto bovino é ideal para produzir mudas da espécie, contudo dosagens muito altas podem onerar o custo de produção. Doses abaixo de 50%, não é recomendado, pois as mudas apresentaram valores bem inferiores aos demais.

Para Schumacher *et al.* (2002), o vermicomposto apresenta-se como fonte alternativa de nutrientes para o crescimento de plantas de *Apuleia leiocarpa*; a melhor dose de vermicomposto misturado com casca de pinus para a produção de mudas da espécie é de 30%.

Barnett *apud* Carneiro (1995), pesquisou mudas de *Pinus* spp. produzidas em recipientes e verificou que as correlações da altura, diâmetro de colo e peso da parte aérea, indicaram que o desempenho no campo foi maior à medida em que as dimensões das mudas, por ocasião do plantio, também foram maiores.

Mcgilvray & Barnett *apud* Carneiro (1995), relatam que a altura é o melhor parâmetro a ser avaliado em mudas para um bom desempenho a campo. Ressaltam, contudo, que a combinação da altura com outros parâmetros, deve ser levado em conta, e há limites no crescimento, acima e abaixo dos quais, o desempenho não é satisfatório, depois de plantadas a campo.

Carneiro (1995), relata enfaticamente que o diâmetro do colo constitui-se no principal parâmetro para definir a qualidade das mudas, e que, existe uma estreita relação com a sobrevivência a campo. Mudas com adequado teor

nutricional constituem uma suposição do adequado desenvolvimento e de boa formação de sistema radicular, com melhor capacidade de adaptação ao novo local, após o plantio. A manipulação dos níveis de fertilização contribui também para a melhoria dos valores dos parâmetros morfológicos.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido no Centro Tecnológico de Silvicultura do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria - RS.

As sementes colhidas no município de Anta Gorda - RS em fevereiro de 2002, foram lavadas e colocadas para estratificar por quatro meses. Em julho, realizou-se a semeadura, com uma mistura de areia e terra fina, a mais ou menos 0,5 cm de profundidade e sombreamento de 50%. Dois meses depois, quando as mudas estavam com aproximadamente 5 cm de altura foram repicadas para os recipientes utilizando-se vasos com capacidade de 3 dm³.

As mudas foram mantidas em ambiente de viveiro com 30% de luminosidade no primeiro mês e depois mantidas em casa de vegetação sempre com umidade constante. O experimento teve duração de 1 ano e foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado, com 5 tratamentos (Tabela 1) em 10 repetições.

TABELA 1: constituição de cada tratamento aplicado para a produção de mudas de erva-mate

Tratamentos	Composição
T1	100% solo (testemunha)
T2	90% solo + 10% vermicomposto
T3	80% solo + 20% vermicomposto
T4	70% solo + 30% vermicomposto
T5	60% solo + 40% vermicomposto

O solo utilizado foi do tipo Argissolo Vermelho-amarelo coletado na camada superficial (0-20 cm), o qual foi destorroado, seco ao ar, passado em peneira de 2 mm e posteriormente analisado quimicamente no Laboratório Central de Análises de solo da UFSM (Tabela 2).

TABELA 2: Dados da análise química do solo utilizado como substrato.

Elemento	Valor
M.O.	4,3 (%)
Argila	27,0 (%)
pH (H ₂ O)	4,6
P*	2,5 (mg L ⁻¹)
K*	34,0 (mg L ⁻¹)
Ca	2,1 (cmol _c L ⁻¹)
Mg	0,6 (cmol _c L ⁻¹)
Al	2,7 (cmol _c L ⁻¹)

*Extrator Mehlich I.

Ao final do experimento, as mudas foram avaliadas em altura, diâmetro do colo, biomassa aérea e biomassa radicular. Na determinação do peso de matéria seca, as raízes foram separadas da parte aérea. O material foi seco em estufa de circulação e renovação de ar, a 75°C, até atingir peso constante, acondicionadas em sacos de papel pardo.

O vermicomposto empregado na pesquisa era proveniente de produção de minhocas Vermelhas da Califórnia (*Eusenia foetida*), a partir de esterco bovino. A análise química do vermicomposto é aprestanda na Tabela 3.

TABELA 3: Análise química do vermicomposto usado no substrato *

C	N	P	Ca	K	Mg	Fe	S	B	Mn	Zn	pH
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	
18	1,1	0,26	0,54	0,60	0,34	0,20	0,25	27	824	89	7,0

*Laboratório de Análises de Departamento de Solos – Faculdade de Agronomia – UFRGS.

Após a obtenção dos dados, realizou-se análise de variância, verificando até o 3º grau, a melhor equação a ser ajustada para as variáveis medidas. Desta maneira determinou-se o melhor modelo, em que x é a % de vermicomposto e y é a variável de interesse.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A produção de mudas florestais, em qualidade e em quantidade, é importante para a formação de povoamentos, com grande repercussão sobre a produtividade. Muitos trabalhos têm sido feito no sentido de melhorar a qualidade, aliada com a redução de custos de produção de mudas (Gonçalves & Poggiani, 1996).

No Quadro 1, verifica-se os resultados da análise da variância com decomposição da soma de quadrados de tratamentos em regressões. Nota-se que o grau da equação usada foi o de maior grau significativo, não importando as significâncias dos graus que o antecedem.

QUADRO 1 – Análise da variância com decomposição da soma de quadrados de tratamentos em regressões, para as variáveis altura, diâmetro, biomassa aérea, biomassa radicular e biomassa total.

Parâmetro	CV	QM	Fc	Ft
Altura	1º Grau	2016,0100	13,8169*	4,05
	2º Grau	604,8643	4,1455*	4,05
	3º Grau	125,4400	0,8597	4,05
	Erro	2,2857		
Diâmetro	1º Grau	51,8400	7,0895*	4,05
	2º Grau	0,0643	0,0088	4,05
	3º Grau	5,5225	0,7552	4,05
	Erro	0,5432		
Biomassa Aérea	1º Grau	569,7292	21,6410*	4,05
	2º Grau	40,2965	1,5307	4,05
	3º Grau	47,4997	1,8043	4,05
	Erro	41,6069		
Biomassa Radicular	1º Grau	2,3839	0,3799	4,05
	2º Grau	35,5824	5,6701*	4,05
	3º Grau	7,9919	1,2735	4,05
	Erro	0,0940		
Biomassa Total	1º Grau	98,9587	1,0099	4,05
	2º Grau	38,0243	6,2564*	4,05
	3º Grau	37,1265	1,5673	4,05
	Erro	1,0544		

* Efeito significativo em nível de 5% de probabilidade de erro.

Nas Figuras abaixo, podemos observar que porcentagens de vermicomposto aplicadas influenciaram significativamente os parâmetros avaliados.

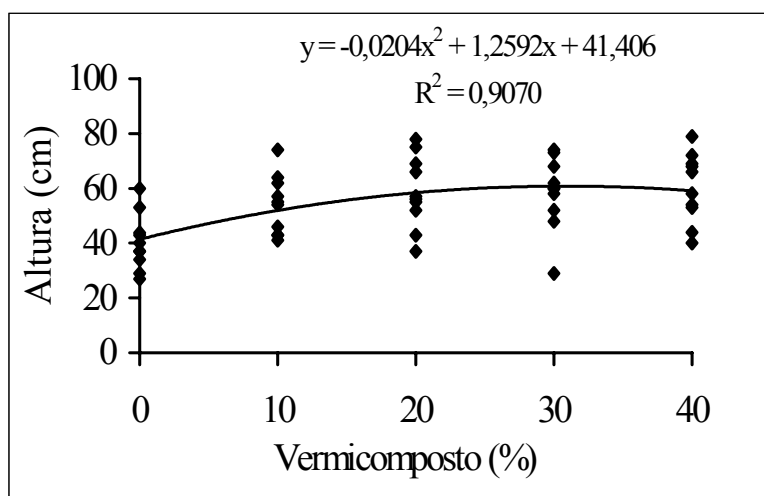


FIGURA 1 - Gráfico do crescimento em altura para erva-mate medida em função das porcentagens de vermicomposto.

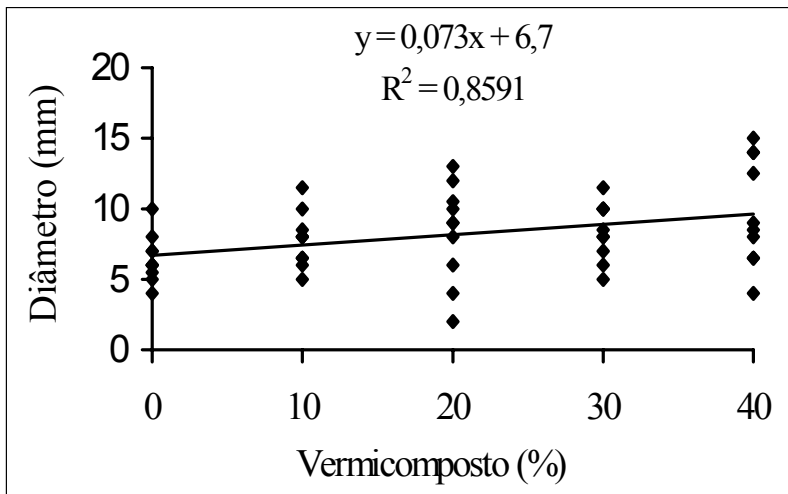


FIGURA 2 - Gráfico da variável diâmetro do colo medida em função das porcentagens de vermicomposto.

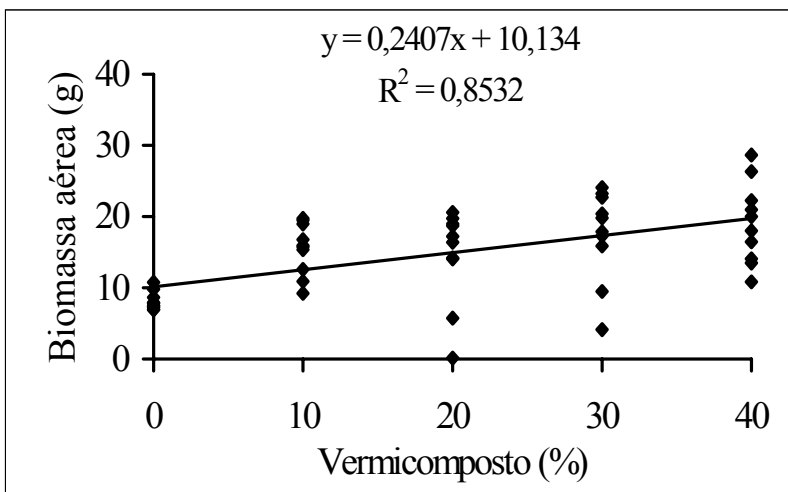


FIGURA 3 - Gráfico da biomassa aérea obtida em função das porcentagens de vermicomposto.

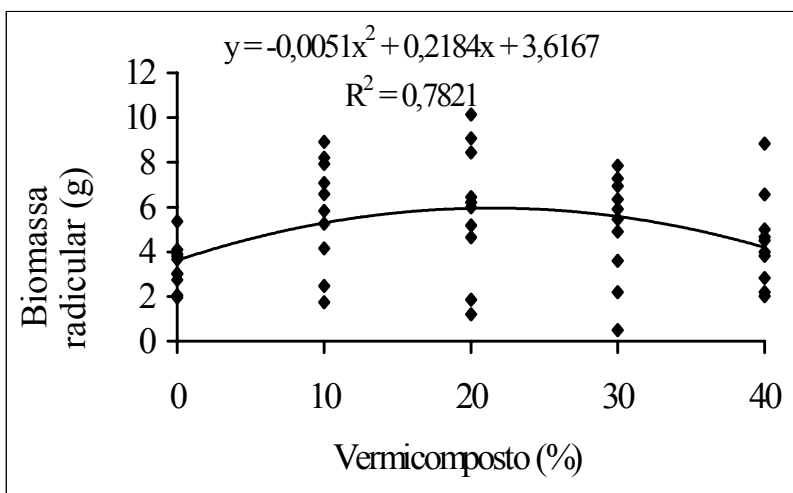


FIGURA 4 - Gráfico da biomassa radicular obtida em função das porcentagens de vermicomposto.

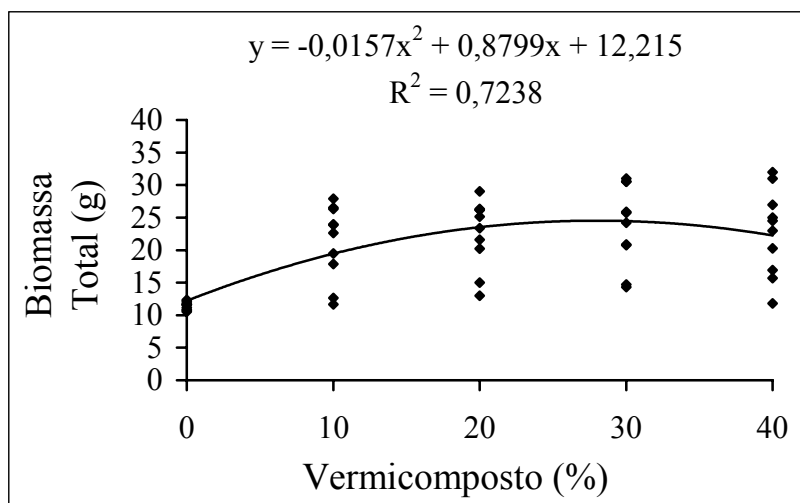


FIGURA 5 - Gráfico da biomassa total obtida em função das porcentagens de vermicomposto.

Verifica-se nas Figuras acima, que os parâmetros altura e biomassa radicular indicaram que as porcentagens de vermicomposto misturadas ao solo foram suficientes, com tendência a diminuir a partir da porcentagem 40%. Já os parâmetros diâmetro e biomassa aérea tiveram um comportamento linear, o que indica que as porcentagens de vermicomposto misturadas ao solo até 40% foram insuficientes. O resultado da variável biomassa total foi positivo entre as porcentagens 30% e 40%, com tendência a diminuir em maiores porcentagens.

Os dados observados acima, para a erva-mate, são parecidos com os de Piroli *et al.* (1996), em estudo de desenvolvimento de mudas de *Cordia trichotoma* sob diferentes doses de vermicomposto, constataram efeito favorável nos parâmetros altura da parte aérea e diâmetro do colo em dosagens de até 30% de vermicomposto no substrato e efeito prejudicial na dosagem de 40%, o que indica que doses crescentes deste material trazem vantagens para o desenvolvimento desta espécie, até certo ponto e, dosagens muito altas podem exercer efeitos negativos.

Outro experimento realizado por Vogel *et al.* (1998), estudando o efeito de diferentes doses de vermicomposto no crescimento de mudas de *Hovenia dulcis* Thunberj e *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr, mostrou que o vermicomposto influenciou de forma significativa no crescimento da *Hovenia dulcis*, obtendo-se um comportamento linear a medida que aumentava a dosagem até 40% de vermicomposto do volume total do tubete (185 cm³). Já para a *Apuleia leiocarpa*, segundo os mesmos autores, a melhor dose para o seu desenvolvimento foi de 30% de vermicomposto do volume total do tubete (185 cm³).

CONCLUSÕES

Perante os resultados obtidos neste experimento, podemos concluir que para a maioria das variáveis avaliadas, o tratamento com 40% de vermicomposto apresentou melhores resultados na produção de mudas de erva-mate.

Este experimento não analisou porcentagens de vermicomposto acima de 40% do volume total do substrato. Portanto, recomenda-se que novos experimentos devam ser realizados no intuito de analisar maiores porcentagens, a fim de se verificar se acima de 40% proporcionam efeitos positivos ou negativos no desenvolvimento de mudas de erva-mate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, F.M.; Diagnóstico da cadeia produtiva da erva-mate (*ilex paraguariensis*), Unicamp, 1999. Disponível em <www.unicamp.com.br>, capturado em 14 janeiro de 2001.

ANTONIOLLI, Z. I., GIRACCA, E.M.N., BAUER, C. **Vermicompostagens**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria/ Centro de Ciências Rurais, 1995, 3p. (Informe Técnico 02).

BALDIN, V., GRAZZIOTIN, A., CARDOSO, A. R, Jr., *et al.* Uso de vermicomposto de esterco bovino e casca de *pinus* sp. na composição de substrato para produção de mudas de *Mimosa scabrella* Bentham (bracatinga). Anais. In: 8º Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul. 15 a 18 de dezembro de 2000. Nova Prata, RS. 2000.

CARNEIRO, J. G. de A.; **Produção e qualidade de mudas florestais** - Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UNEF, 1995. 451 p.: il.

GONÇALVES, J.L de M & POGGIANI, F. In: Solo-Suelo-Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 13, 1996, Águas de Lindóia – SP. Resumos expandidos. Águas de Lindóia: SLCS: SBSC: ESALQ/ USP: SBM, 1996. Publicação apresentada em CD Rom.

- KNÄPPER, C. F. U. **Vermicompostagem uma nova proposta de discussão**. Estudos Leopoldinenses. p. 33-50. 1990.
- LONGO, A. D. **Minhoca , de fertilizadora do solo a fonte alimentar**. São Paulo: Editora Ícone, 1987, 79p.
- LORENZI, H.; **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, vol. 1, 3º ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2000.
- MACCARI JUNIOR, A. (Coord.). **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**. Curitiba: Câmara Setorial de Cadeia Produtiva da Erva-mate, 2000. 160 p. (Série PDACT, 1).
- PIROLI, E.L.; BORDIN, A .F.; SCHUMACHER, M.V. Desenvolvimento de mudas repicadas de *Cordia trichotoma* em diferentes dosagens de vermicomposto. In: Simpósio sobre Ecossistemas Naturais do Mercosul, o ambiente da floresta; **Anais...** Santa Maria, 1996. Santa Maria: UFSM, CEPEF, 1996, P. 29-32.
- SCHUMACHER, M. V.; VOGEL, H. L. M.; BARICHELLO, L. R.; CALDEIRA, M. V. Avaliação de diferentes doses de vermicomposto no crescimento de mudas de *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. In: 2º Ciclo de Atualização Florestal do Cone-Sul. Santa Maria – RS, 2002.
- VOGEL, H.L.M.; SCHUMACHER, M.V.; BARICHELLO, *et al.*: Efeito de diferentes doses de vermicomposto no crescimento de mudas de *Hovenia dulcis* THUNBERT e *Apuleia leiocarpa* (Vog) MACBR. In: Resumos da XXIII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Resumo da VII Reunião Brasileira sobre Micorrizas. Resumos do V Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo. E, Resumos da II Reunião Brasileira de Biologia do Solo, 11 a 16 de outubro de 1998: **Resumos...**Lavras: UFLA/SBCS/SBM, 1998, 863p.

A ESCARIFICAÇÃO DO SOLO E O CONTROLE DE ERVAS DANINHAS INCREMENTAM O CRESCIMENTO INICIAL DO *Pinus taeda* L.

SOIL SCARIFICATION AND WEEDS CONTROL PROMOTE SEEDLINGS INITIAL GROWTH OF *Pinus taeda* L.

Alexandre Ferreira de Macedo¹ Frederico Dimas Fleig² Fábio Francisco Vettori³
Davi Werner Ventura⁴ Constâncio Bernardo dos Santos⁵

RESUMO

A atividade florestal tem uma grande importância econômica para Santa Catarina. A cada ano observa-se um aumento da área ocupada pelo pinus. Como é uma atividade em que o retorno dos investimentos é de longo prazo, na implantação deve-se procurar fornecer condições adequadas para o rápido desenvolvimento das mudas ao menor custo possível. Esse trabalho foi implantado em área de pastagem nativa do Planalto Serrano (SC), usando mudas embaladas de *Pinus taeda*. Foram testados dois métodos de preparo do solo (com e sem escarificação do solo) e três métodos de controle de ervas daninhas (capina manual, aplicação do herbicida glifosate e testemunha). Os tratamentos foram arranjados em parcelas, dispostas em 4 blocos ao acaso. As parcelas úteis são constituídas de 26 plantas, dentro de um espaçamento 3 x 3 m. Avaliou-se, aos 12, 24 e 36 meses após a implantação, o diâmetro do colo e a altura das plantas. Aos 36 meses adicionalmente avaliou-se o DAP. Até os 12 meses de crescimento os tratamentos aplicados não afetaram o crescimento das mudas. Aos 24 meses o diâmetro do colo foi afetado tanto pela escarificação do solo como pelo controle de ervas daninhas. Já a altura aos 24 meses foi significativamente maior somente na área escarificada. Quando as plantas atingiram 36 meses de transplante o diâmetro do colo, a altura e o DAP foram significativamente maiores somente nas áreas onde houve controle de ervas daninhas.

Palavras-chave: *Pinus taeda*, Ervas daninhas, Preparo do solo, Herbicida.

ABSTRACT

The forestry activity is of great economical relevance in Santa Catarina. There is an increment of pinus cultivated area every year. Since this activity has a long term economical return, the seedlings must have the best conditions to promote their rapid initial growth without a substantial increase of economical costs. This research was carried out in a native pasture area, in the region of "Planalto Serrano" (Santa Catarina State), planted with containerized *Pinus taeda* seedlings, to investigate the effects two soil preparation methods (with and without soil scarification) and three weed control methods (manual weed control, control with glyphosate, and no weed control). The experiment followed a completely randomized block design with four replicates. The replicates were formed by 26 plants spaced by 3 x 3 m. The attributes of collar diameter and plants high were assessed 12, 24, and 36 months after seedlings transplantation. The breast high diameter (BHD) was assessed only 36 months after seedling transplantation. The seedlings growth was not affected by all treatments until 12 months. The collar diameter was affected by soil scarification and weed control methods 24 months after transplantation. Plants high assessed 24 months after transplantation was significantly higher on scarified soil. Thirty-six months after transplantation, collar diameter, plants high, and BHD were significantly higher for treatments with weed control.

Key words: *Pinus taeda*, weeds, soil preparation, herbicide.

INTRODUÇÃO

O Brasil é responsável por 7% da madeira bruta produzida no mundo, sendo o quarto produtor mundial. Observa-se que a exploração de matas nativas vem decrescendo a cada ano, em função da redução da vegetação original remanescente e devido às pressões para a preservação ambiental. Além disso, as espécies empregadas nas florestas cultivadas apresentaram maiores incrementos anuais, possibilitando maiores rendimentos (ICEPA, 2002). Entre estas espécies, destaca-se o *Pinus taeda*, com crescimento em torno de 35 m³/ha/ano (Rodigheri, 1997).

É visível o aumento das áreas ocupadas pelo pinus, apesar do retorno do investimento só começar a ocorrer após o oitavo ano. Em função do longo ciclo das florestas, é importante ter um baixo custo de implantação para reduzir os custos financeiros.

¹ Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Prof. Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC, 88520-000, Lages (SC). E-mail: a2afm@cav.udesc.br

² Engenheiro Florestal, Dr., Prof. Departamento de Fitotecnia, CAV/UEDESC, Lages (SC). E-mail: a2fdf@cav.udesc.br

³ Acadêmico Agronomia, Bolsista PROBIC, CAV/UEDESC, Lages (SC)

⁴ Acadêmico Agronomia do CAV/UEDESC

⁵ Engenheiro Agrônomo, M.Sc., EPAGRI, Lages (SC)

No Planalto Catarinense, em geral, emprega-se o plantio em áreas sem preparo do solo ou com cultivo mínimo. No primeiro caso, não há necessidade de tratores e equipamentos, reduzindo os custos e permitindo a implantação em áreas onde a topografia não permite a mecanização. No cultivo mínimo são empregados subsoladores, escarificadores ou enxada rotativa somente na linha de plantio. Porém não há experimentos em solos de origem sedimentares, cobertos por pastagens de espécies nativas, características no Planalto Serrano, demonstrando esses benefícios.

O preparo mecânico do solo visa manejar os restos de colheitas anteriores, melhorar as condições físicas do solo para o estabelecimento das mudas, reduzir a vegetação concorrente pré-existente e facilitar operações posteriores. Lowery & Gjerstad (1991), citam vários trabalhos em que o preparo do solo aumentou a infiltração da água e a aeração e reduziu a compactação e a resistência à penetração das raízes, aumentando a sobrevivência e desenvolvimento das mudas de pinus.

Em relação às ervas daninhas, o seu controle é importante, pois competem com as árvores de *Pinus* por água, nutrientes e, dependendo do hábito das plantas, por luz. A competição reduz a altura, o diâmetro e a produtividade, principalmente das árvores jovens; podendo causar um crescimento desuniforme e, no caso de competição severa, mortalidade de mudas (Glover et al., 1989; Glover et al., 1993; Mason & Kirongo, 1999; Quicke et al., 1999).

Para Willoughby (1999) o controle das plantas competidoras é a operação mais importante na etapa de implantação, principalmente em sítios com limitação de água e fertilidade. Segundo o mesmo autor os métodos de controle empregados podem ser o cultural, o físico e o químico.

Segundo Davies (1987) para o controle físico da vegetação pode-se utilizar roçadas em toda a área antes da implantação. Após o estabelecimento das mudas, pode-se usar roçadoras mecânicas na entrelinha e manual na linha. Esses métodos são rápidos e eficientes para espécies anuais, porém podem favorecer o rebrote de gramíneas, exigindo maior número de operações, que podem onerar o sistema. Também é comum a capina manual ou coroamento, mantendo uma área (coroa) de 0,8-1,0m de diâmetro de solo desnudo em torno das mudas de pinus.

Em relação ao controle químico e comum o emprego do dessecante glifosate, aplicado antes do plantio.

A eficiência do método pode variar de acordo com a espécie a ser controlada. Em florestas de *Pinus elliottii*, da Geórgia (EUA), o herbicida imazapyr reduziu a biomassa, principalmente das gramíneas; enquanto as espécies lenhosas foram mais afetadas pelo preparo mais intenso do solo. Em alguns locais, a aplicação do herbicida aumentou a incidência de arbustos (South & Mitchell, 1999).

A escolha do método de controle das ervas daninhas vai depender de uma série de fatores, como: disponibilidade de equipamentos e mão-de-obra; tipo de solo e topografia; condições climáticas; época da implantação; estágio das árvores; espécies invasoras; período e nível de controles desejados e custos.

Esse trabalho comparou métodos de preparo do solo e controle de ervas daninhas, sobre o crescimento de mudas de pinus.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi implantado em área de campo nativo, no município de Bom Retiro (SC). Utilizou-se mudas de *Pinus taeda*, embaladas em taquara, previamente selecionadas para se obter uma altura uniforme em torno de 20 cm.

Antes da implantação, fez-se o preparo do solo e/ou controle de ervas daninhas. O plantio das mudas foi manual, com sachos. As embalagens foram totalmente removidas para não restringir o crescimento radicular. Adotou-se o espaçamento de 3 x 3 m.

Testou-se dois sistemas de preparo do solo, escarificação na linha de plantio e testemunha (sem preparo), e três métodos de controle de plantas daninhas, capina manual, coroa com herbicida glifosate e testemunha. Para a escarificação, empregou-se um equipamento com apenas uma haste (10 x 40 cm), que penetrava no solo em torno de 20cm. O controle das ervas daninhas foi realizado apenas em torno das mudas, formando um círculo de aproximadamente 70 cm de diâmetro. O herbicida aplicado foi o produto comercial Roundup WG (i. a. glifosate), na dosagem de 200 g do produto comercial por 100 litros de água.

As parcelas experimentais apresentam 60 plantas distribuídas em 4 linhas. Foram usadas 4 repetições arranjadas em blocos ao acaso.

Antes do início da segunda estação de crescimento, roçou-se nas entrelinhas com roçadora acoplada ao trator.

As variáveis analisadas foram a altura total (m) e diâmetro do colo (cm) aos 12, 24 e 36 meses após o transplante das mudas. Aos 36 meses avaliou-se também o DAP. Os diâmetros foram avaliados com paquímetro e a altura com régua topográfica.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, no caso de rejeição da hipótese de igualdade de médias, ao teste de médias DMS a probabilidade de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas três idades avaliadas as variáveis de crescimento não apresentaram interação significativa entre o preparo do solo e controle de ervas daninhas.

O crescimento das mudas 12 meses após o transplante não foi significativamente afetado pelos tratamentos aplicados. O diâmetro do colo nesta idade apresentou valores médios de aproximadamente 1 cm e a altura 0,31 m.

Aos 24 meses o diâmetro do colo foi significativamente afetado pelos tratamentos. Na Tabela 1 pode-se observar que a escarificação e o controle de ervas daninhas promoveram um maior desenvolvimento das mudas. Quando se empregou a capina manual, as mudas apresentaram o mesmo DC, independentemente do preparo do solo.

TABELA 1: Diâmetro do colo (cm) das plantas de *Pinus taeda* nos diferentes tratamentos aos 24 meses após transplante

Controle de invasoras	Preparo do solo		Média
	Sem preparo	Escarificado	
Sem controle	2,3	2,6	2,5 A
Capina manual	2,8	2,8	2,8 B
Herbicida (glifosate)	2,6	2,9	2,7 B
Média	2,5 a	2,8 b	2,7

^U Médias seguidas da mesma letra minúscula, dentro de cada linha, e maiúscula, dentro de cada coluna, não diferem estatisticamente (DMS, 5%).

O diâmetro do colo aos 36 meses não apresentou diferença significativa para efeito da escarificação, contudo o controle de plantas daninhas foi significativo, pois nas áreas não controladas o diâmetro do colo foi de 5,6 cm e nas áreas com controle mecânico e químico foi de 6,2 cm e 6,6 cm, respectivamente.

O DAP foi avaliado somente aos 36 meses. Nesta idade não foi detectada diferença significativa para efeito da escarificação. Já o controle de plantas daninhas foi significativo, pois nas áreas não controladas o DAP foi de 2,7 cm e nas áreas com controle mecânico e químico foi de 3,1 cm e 3,4 cm, respectivamente. Deve-se destacar que a diferença entre os dois métodos de controle não foi significativa.

A altura aos 24 meses foi afetada somente pela escarificação. Quando esta foi realizada as plantas em média apresentaram altura de 1,31 m. Já nas áreas não escarificadas a altura média foi de 1,19 m. Quando as plantas atingiram 36 meses de transplante o comportamento dos tratamentos modificou-se, pois não foi detectado efeito significativo da escarificação, contudo detectou-se efeito significativo do controle de ervas daninhas, pois as áreas sem controle apresentaram em média 2,26 m de altura e as áreas com controle mecânico e químico a altura média foi de 2,55 m e 2,73 m, respectivamente. Deve-se destacar que a diferença de altura entre estes dois métodos de controle não foi significativa.

O controle de ervas daninho não afetou o crescimento das plantas de *Pinus taeda* no primeiro ano, provavelmente pela vegetação ser composta principalmente de gramíneas de baixo porte e ter sido roçada mecanicamente antes da implantação do experimento. A vegetação remanescente não seria suficiente para limitar o crescimento das mudas. Esta constatação não corrobora os resultados de Richardson et al. (1999) e de Zutter et al. (1999), pois para estes autores a competição é maior nos primeiros anos após a implantação, principalmente em sítios com limitação de água e fertilidade (Willoughby, 1999), provavelmente esses fatores não foram limitantes ou as plantas invasoras não causaram uma competição prejudicial.

Em relação ao preparo do solo, o crescimento foi baixo em todos os tratamentos, o que é típico do ano de implantação. South & Mitchell (1999) constataram que o preparo de uma faixa de 1,5m de largura e altura de 0,5m, com grade “bedding”, não afetou o crescimento de *Pinus elliottii* até o quarto ano. Como as operações de revolvimento do solo visam principalmente reduzir a compactação, melhorando a aeração, a infiltração e o desenvolvimento radicular. São indicadas para áreas onde ocorreu intensa movimentação de máquinas, como lavouras ou onde havia florestas anteriores, que sofreram colheita mecânica Morris & Lowery (1988). Como o experimento foi implantado em campo nativo, onde era explorada a pecuária com baixa lotação de animais, a compactação provavelmente não prejudicou o desenvolvimento das plantas.

No segundo ano, com as plantas já estabelecidas, a escarificação, provavelmente deve ter favorecido o desenvolvimento radicular, além de atuar como uma espécie de controle das invasoras na linha de plantio. O mesmo ocorreu em relação aos tratamentos de controle de ervas daninhas, pois aos 12 meses a incidência de invasoras próximas ao pinus ainda era menor nesses tratamentos do que na testemunha. Cabe ressaltar que quando se empregou a capina manual as mudas apresentaram o mesmo diâmetro, independentemente da área ter sido preparada ou não; uma possível explicação seria que a capina manual revolveria do solo em torno da muda favorecendo o desenvolvimento das raízes. Apesar da interação não ter sido significativa, observa-se que as diferenças entre os tratamentos com controle de ervas daninhas e a testemunha foram maiores quando não se realizou a escarificação; conforme comentado anteriormente, essa operação revolve o solo, controlando parte da vegetação em torno da muda. Assim, o controle das invasoras seria mais eficiente se fosse realizado alguns meses após a escarificação, pois atuaria não somente sobre a vegetação pré-existente, mas também nas ervas daninhas que tenham sua germinação favorecida pelo revolvimento do solo.

Mas há trabalhos que demonstram que o efeito de tratamentos sobre o crescimento de árvores, pode não ser significativo no primeiro ano. Mason & Kirongo (1999), testando o efeito de 4 níveis de controle químico de uma pastagem hibernal sobre o crescimento e sobrevivência de *Pinus radiata*, constataram que no primeiro ano não houve diferença significativa entre o tratamento onde se manteve 1/3 da área limpa e aquela totalmente livre de invasoras (9 m²). Mas no segundo ano, nas áreas com controle total, as árvores apresentaram maior altura e diâmetro do colo. Quicke et al. (1999), controlou a vegetação herbácea em áreas de *Pinus taeda*, aplicando herbicidas até o terceiro ano. Constatou que as diferenças de altura entre as árvores com e sem invasoras, foram maiores até o quinto ano, reduzindo-

se posteriormente até o décimo quinto ano. Em relação à área basal e o volume, as diferenças entre os tratamentos continuaram a se elevar até o décimo quinto ano.

CONCLUSÕES

O preparo do solo e o controle de ervas daninhas não afetaram o crescimento das plantas de *Pinus taeda* no primeiro ano.

A escarificação do solo e o controle de ervas daninhas afetam significativamente o crescimento diametral, ao nível do colo, do *Pinus taeda* 24 meses após o transplante. Aos 36 meses somente o controle de ervas daninhas ainda mantém efeito significativo.

A altura das mudas 24 meses após o transplante é significativamente maior em solos escarificados.

O controle de plantas daninhas, realizado no transplante de mudas, permitiu um crescimento significativamente maior em altura aos 36 meses.

O DAP, avaliado 36 meses após o transplante, é significativamente maior quando se controla as ervas daninhas na implantação do povoamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAVIES, R.J. **Trees and weeds**. G. B. For. Comm. Handb. 2. 1987.

GLOVER, G.R., ZUTTER, B.R. Loblolly pine and mixed hardwood stand dynamics for 27 years following chemical, mechanical, and manual site preparation. **Can. J. For. Res.**, v.23:, p.2126-2132, 1993.

GLOVER, G. R., CREIGHTON, J. L., and GJERSTAD, D. H. Herbaceous weed control increases loblolly pine growth. **J. For.**, v. 87, n. 2, p. 47-50.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA - ICEPA/SC. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis: ICEPA, 2001-2002.

LOWERY, R. F.; GJERSTAD, D. H. Chemical and mechanical site preparation. Chapter B. *In*: DURYEA, M. L.; DOUGHERTY, P.M. **Forest Regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 1991. p. 251-261.

MASON, E. G. & KIRONGO, B. Responses of radiata pine clones to varying levels of pasture competition in a semiarid environment. **Can. J. For. Res.**, v. 29, p. 934-939, 1999.

MORRIS, L. A.; LOWERY, R. F. Influence of site preparation on soil conditions affecting seedling establishment and early growth. **South J. Appl. Forestry**, v.12, p. 170-178. 1988.

QUICKE, H., GLOVER, G.; GLOVER, R. Loblolly pine growth response to herbaceous vegetation control at different planting densities. **Can. J. For. Res.**, v. 29, p 960-967, 1999.

RICHARDSON, B.; KIMERLEY, M.O.; RAY, J.W.; COKER. Indices of interspecific plant competition for *Pinus radiata* in the central north island of New Zealand. **Can. J. For. Res.**, v. 29, p. 898-905, 1999.

RODIGHERI, H. R. **Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas do feijão, milho, soja e trigo**. Colombo: EMBRAPA- CNPF,1997. 36p.

SOUTH, D. B.; MITCHELL, R. J. Determining the “optimum” slash pine seedling size for use with four levels of vegetation management on a flatwoods site in Georgia, USA. **Can. J. For. Res.**, v. 29, p. 1039-1046, 1999.

WILLOUGHBY, I. Future alternatives to the use of herbicides in British forestry. **Can. J. For. Res.**, v.29, p. 866-874, 1999.

ZUTTER, B. R.; MILLER, J. H.; ALLEN, H. L.; ZEDAKER, S. M.; EDWARDS, M. B.; NEWBOLD, R. A.; Fascicle nutrient and biomass responses of young loblolly pine to control of woody and herbaceous competitions. **Can. J. For. Res.**, v. 29, p 917-925, 1999.

DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA COMERCIAL DA ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* ST. HIL.) EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DA COPA, ALTURA TOTAL E ÁREA FOLHADA DA COPA²

DETERMINATION OF COMMERCIAL BIOMASS OF (*Ilex paraguariensis* ST. HIL.) AS FUNCTION CROWN DIAMETER, TOTAL HIGH AND CANOPIES

Frederico Dimas Fleig³ Paulo Renato Schneider⁴ César Augusto Guimarães Finger⁵

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de funções para a quantificação da biomassa comercial da poda de erveiras reflorestadas. A área de estudos localiza-se no Estado de Santa Catarina, no Município de Catanduvas. As plantas avaliadas apresentam idade aproximada de 14 anos, vegetam em solos com características similares. As erveiras foram podadas em setembro, quando as copas atingiram 24 meses de idade. A biomassa comercial (BC = folhas, brotos e ramos finos) foi modelada pelo procedimento Stepwise de regressão como função do diâmetro médio da copa (Dc8) e da altura total (ht). Avaliou-se pela análise de covariância a influência da área folhada da copa (Fc = fator de copa) no modelo selecionado. O modelo $BC = b \cdot (Dc8^2 \cdot ht)$, ponderado mediante aplicação do peso $W_i = 1/(Dc8^2 \cdot ht)^{1,25}$, descreveu, de forma satisfatória, a variação das biomassas comercial, em função diâmetro médio da copa e da altura total. A análise de covariância detectou diferença para o fator de copa, quando utilizou a função ponderada $BC = b \cdot (Dc8^2 \cdot ht)$. Pode-se estimar a biomassa comercial de erveiras (BC) como função do fator de copa (Fc) e das dimensões da copa, por meio de $BC = (0,553 + 0,205 Fc) \cdot (Dc8^2 \cdot ht)$.

Palavras-chave: Erva-mate, biomassa, diâmetro da copa, altura

ABSTRACT

This work presents mathematical functions to quantify the commercial biomass resulting from trees pruning in areas reforested with *Ilex paraguariensis*. The study was carried out in Catanduvas, Santa Catarina State. The evaluated trees were about 14 years old, all grown in a similar soil. The trees were pruned in September, 24 months after the last pruning. The trees commercial biomass (BC = leaves shoots and twigs) was fitted by a Stepwise regression procedure as a function of crown diameter of the trees (Dc8) and the total high of the trees (ht). The influence of leafy crown area (Fc = crown factor) on selected mathematical models was assessed by covariance analysis. The model $BC = b \cdot (Dc8^2 \cdot ht)$, pondered by $W_i = 1/(Dc8^2 \cdot ht)^{1,25}$, described satisfactorily the commercial biomass variation, as a function of crown diameter of the trees (Dc8) and the total high of the trees (ht). The covariance analysis detected differences for the crown factor (Fc) when the pondered function $BC = b \cdot (Dc8^2 \cdot ht)$ was employed. The commercial biomass (BC) can be estimated as a function of crown factor (Fc) and crown dimensions by means of $BC = (0.553 + 0.205 Fc) \cdot (Dc8^2 \cdot ht)$.

Key words: *Ilex paraguariensis*, biomass, crown diameter, trees high

INTRODUÇÃO

A extração comercial da erva-mate está entre as primeiras atividades produtivas desenvolvidas no Sul do Brasil. Os padres jesuítas, nas reduções, primeiramente proibiram o seu uso com alegações morais, mas posteriormente comercializaram e exportaram mate. Aos jesuítas ainda são atribuídas as primeiras tecnologias silviculturais de plantio da erva-mate (Linhares, 1969).

A estimativa de componentes da biomassa é essencial para estudo da produção e proteção florestal, reciclagem de nutrientes, hidrologia, ambientes naturais e comportamento do fogo. A mensuração direta da biomassa por métodos destrutivos de amostragem demandam tempo e são caros, por isto dá-se a preferência por métodos indiretos e não

² Parte da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor para obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS)

³ Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, CEP 88520-000, Lages (SC). A2fdf@cav.udesc.br

⁴ Engenheiro Florestal, Dr., Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). paulors@ccr.ufsm.br

⁵ Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). finger@ccr.ufsm.br

destrutivos de mensuração. Frequentemente, equações alométricas ou razões são usadas, relacionando a biomassa com variáveis de fácil obtenção e mensuração simples (St. Clair, 1993).

Segundo Assmann (1970), o cálculo exato do volume e área superficial de copas de árvores é impossível. Para o cálculo destas variáveis, o autor sugeriu o uso do diâmetro e comprimento da copa. Como as copas apresentam formas diversas, deve-se estabelecer relações matemáticas mais estreitas em função das variáveis comprimento e diâmetro da copa.

A estimativa da biomassa de folhas de árvores com hábito caducifólio e que crescem em ambientes abertos e urbanos foi desenvolvida por Nowak (1996) com base em funções logarítmicas que utilizam o DAP e parâmetros da copa, como o percentual da intensidade de luz interceptada pela copa, o diâmetro (D) e comprimento (H) da copa e a área da superfície externa da copa, obtida pela seguinte relação: $(\pi \cdot D \cdot (H+D)/2)$.

A determinação da biomassa foliar com base no volume e densidade de copa foi utilizada por Da Croce (1994), onde o cone formado pelo diâmetro da copa e pela altura da árvore estimou o volume. A densidade de copa foi analisada visualmente e classificada segundo uma escala de valores de 1 a 5, em que o primeiro refere-se à copa rala e o último à copa com densidade que não permite a visualização de um lado para o outro. As árvores, contudo, não foram podadas, portanto, não foi possível estabelecer relações entre estas variáveis e a produção real.

A biomassa da copa é fortemente influenciada também pelas condições ambientais em que as árvores vegetam. Em certos locais da Europa foram observadas grandes reduções na quantidade de folhas nas árvores em decorrência da emissão antrópica de gases. Em decorrência, nos inventários florestais, as copas das árvores são avaliadas em função do estado físico e da sua transparência (Sterba, 1992).

A estimativa da biomassa comercial de erva-mate, através de variáveis biométricas de fácil mensuração, permitirá uma melhor avaliação de experimentos, prever em plantios a produção atual sem a realização da poda, permitindo ao técnico uma recomendação correta de manejo. Adicionalmente, estas estimativas facilitam a realização dos inventários florestais desta espécie, pois possibilitam a determinação com precisão e baixo custo da produção de massa verde.

No presente trabalho de pesquisa, pretendeu-se alcançar o seguinte objetivo gerais, para avaliação da biomassa de erva-mate: desenvolver modelos e definir funções que permitam estimar com segurança a massa verde de erva-mate, indiretamente, através do diâmetro da copa, altura total e área folhada da copa.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do local

A área de estudos localiza-se na região centro-oeste do estado de Santa Catarina, no município de Catanduvas, no Km 3 da estrada para Vera Cruz. O município está situado, aproximadamente, em 27°04' de latitude sul e 51°40' de longitude oeste.

A vegetação original era de matas mistas com araucária, canelas e outras espécies, ricas em erva-mate, que foram parcialmente removidas para o cultivo de espécies anuais e pastagens, e, mais recentemente, foram parcialmente convertidas em ervais.

A edafologia local é variada, com predominância dos solos do tipo bruno ácidos. Na classificação feita por Santa Catarina (1986), os solos do local de estudos enquadram-se na definição da terra bruna estruturada húmica álica mais cambissolo bruno húmico álico de textura argilosa e muito argilosa, com face pedregosa e não-pedregosa, o TBHa2.

O clima da região é, segundo a classificação de Köppen, do tipo "cfb", mesotérmico, subtropical úmido, sendo seus verões frescos, com temperatura média anual de 16°C, não apresentando estação seca definida, sendo a precipitação média anual próxima de 2.000 mm, apresentando geadas frequentes, em média mais de quinze por ano (Mota *et al.*, 1971).

Características da população de erva-mate

O erval foi implantado em outubro de 1985, em solo subsolado e gradeado. As covas de plantio foram adubadas com dois kg de cama de aviário. Este erval foi conduzido com interplantios de soja ou milho de 1985 até 1991, pois era experimento de agrosilvicultura da EPAGRI, segundo informações dos proprietários dos ervais.

O plantio obedeceu a diferentes espaçamentos, com 3, 4 e 5m entrelinhas e 2, 3 e 4m na linha, totalizando nove tratamentos, que foram aleatorizados em cinco blocos, primeiramente em função da entrelinha e depois da linha. Cada tratamento foi constituído de 28 plantas, dispostas em quatro linhas de sete plantas, sendo que as plantas das linhas externas e das extremidades das linhas centrais, constituem a bordadura, totalizando 10 plantas úteis por tratamento. Na presente pesquisa foram avaliados somente dois blocos totalizando 180 plantas.

A primeira colheita foi realizada em 1988, e até 1991 eram anuais. A partir de 1991 as podas foram realizadas a cada dois anos, sendo que a última foi realizada em agosto-setembro de 1997.

No momento da poda (setembro de 1999) as erveiras apresentavam brotação de 24 meses

Variáveis avaliadas

a) ht – Altura total da erveira (m): corresponde à distância do solo até a altura média dos brotos mais altos, medida com régua de 3 metros, com precisão de 0,1 m;

b) Dc8 – Diâmetro médio da copa (m): obtido pela divisão por quatro da soma dos oito raios (r_i) com ângulos entre si de 45°. Para determinação acurada dos raios e ângulos, utilizou-se um gabarito desmontável, com sistema de encaixe macho-fêmea, confeccionado com tubos de aço de seção quadrada, com bitolas de 15 e 20 mm (Figura 1). A menor bitola foi utilizada para confecção das régua graduada para determinação dos raios e a maior, para a estrutura com encaixes em que são inseridas as régua removíveis. Os raios foram determinados com auxílio de um bastão que, ao ser suspenso pela extremidade superior, funcionou como prumo, indicando, assim, na régua graduada do gabarito, a distância do centro do gabarito, que corresponde de fato ao centro da árvore, até o limite horizontal da copa naquele raio;

c) Fc – Fator de copa (sem unidade): Fator determinado visualmente pelo desconto percentual das falhas existentes na folhagem da copa, ou seja, área folhada da copa, quando comparada ao volume do cilindro formado pela copa. Foram considerados quatro classes de fatores em função dos descontos determinados. Para descontos superiores a 75% fator 1, fator 2 para descontos de 50 a 75%, entre 25 e 50% fator 3 e para descontos inferiores a 25% fator 4.

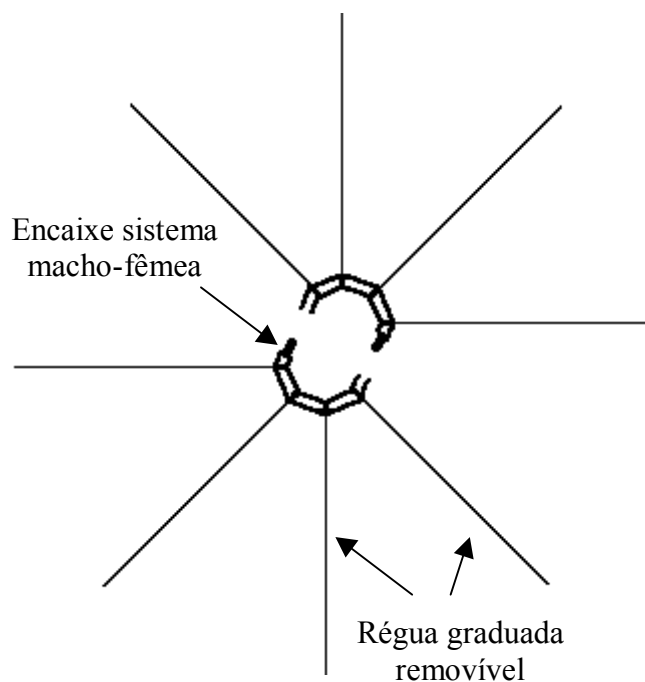


FIGURA 1: Gabarito construído para determinação dos raios da copa.

Processamento dos dados

Os dados coletados foram transferidos para a planilha de cálculos Microsoft Excel 97 onde, primeiramente, foi calculado o diâmetro médio de copa (Dc8). Com esta variável, mais a altura total (ht), o fator de copa (Fc) e o peso da biomassa comercial (BC), formou-se o banco de dados básico utilizado para a confecção de gráficos e novas planilhas, que foram analisadas estatisticamente por meio do processamento dos dados pelo pacote “SPSS for Windows”, versão 7.5.1 (SPSS, 1996).

Para estudo da relação das variáveis da copa (Dc8 e ht) com a produção de biomassa (BC), foi utilizada a análise de regressão. Primeiramente, foi aplicado o procedimento Stepwise de modelagem de regressão, utilizando o seguinte modelo máximo de regressão:

$$BC = f(Dc8, ht, Dc8^2, ht^2, 1/Dc8, 1/ht, Dc8.ht, Dc8^2.ht, ht^2.Dc8) \quad (1)$$

O modelo selecionado foi submetido à regressão ponderada para eliminar o efeito da heterogeneidade da variância.

A análise de covariância do modelo ponderado também foi utilizada para analisar o comportamento da relação alométrica das variáveis da copa de forma conjunta. Dc8 e ht foram relacionados com a produção de biomassa da copa, utilizando o seguinte modelo matemático genérico em função da quantidade de folhas ou grau de ocupação das folhas na copa, identificado como fator de copa (Fc):

$$BC = f(Dc8, ht, Fc) \quad (2)$$

Em que: Dc8 = diâmetro médio da copa; ht = altura total; Fc = fator de copa (1, 2, 3 e 4);

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise de regressão para a biomassa comercial (BC) como função do diâmetro médio da copa (Dc8) e da altura total (ht) das erveiras

Para determinar a função a ser utilizada no estudo da relação alométrica da biomassa da copa com as variáveis Dc8 e ht, empregou-se o procedimento Stepwise de análises de regressão. A Tabela 1 mostra o modelo, coeficientes e estatísticas obtidas por meio deste procedimento para a biomassa comercial (BC).

TABELA 1: Modelo de regressão obtido pelo procedimento *Stepwise* para descrever a biomassa comercial (BC) em função do diâmetro da copa (Dc8) e da altura total (ht) das erveiras, para a idade da copa de 24 meses

Modelo	Coeficientes	Estatísticas						
		Coeficientes		Modelo				
		t	Prob.>t	F	Prob.>F	R ² _{aj.}	Syx%	DW
BC = b . (Dc8 ² . ht)	b = 0,937	70,1	0,000	4918	0,000	0,97	20,8	1,77

Em que: t = valor de t calculado para o coeficiente; Prob.>t = nível de probabilidade de erro; F = valor de F calculado para a variável dependente; R²_{aj.} = coeficiente de determinação ajustado; Syx% = erro padrão em percentagem da média; DW = teste de Durbin-Watson.

Pela análise da Tabela 1, verifica-se que, o erro padrão de estimativa foi de, aproximadamente, 20%, não existe correlação em série dos resíduos, quando avaliados pela estatística de Durbin-Watson. Como geralmente em modelo lineares existe heterogeneidade da variância e esta é condicionante da regressão a ser satisfeita, realizou-se uma ponderação dos dados mediante aplicação do peso $W_i = 1/(Dc8^2 \cdot ht)^p$, em que p é o expoente que minimiza o erro. Obteve-se, o expoente 1,25. O coeficiente e as estatísticas do modelo ponderado são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2: Modelo de regressão ponderado da biomassa comercial (BC) em função de (Dc8² . ht), para as idades da copa de 24

Modelo	Coeficientes	Estatísticas						
		Coeficientes		Modelo				
		t	Prob.>t	F	Prob.>F	R ² _{aj.}	Syx%	DW
BC = b . (Dc8 ² . ht)	b = 0,963	66,5	0,000	4419	0,000	0,96	3,7	1,81

Em que: t = valor de t calculado para o coeficiente; Prob.>t = nível de probabilidade de erro; F = valor de F calculado para a variável dependente; R²_{aj.} = coeficiente de determinação ajustado; Syx% = erro padrão em percentagem da média; DW = teste de Durbin-Watson.

Após a eliminação da heterogeneidade da variância por meio da ponderação, verificou-se (Tabela 2), que o erro padrão de estimativa percentual (Syx%) foi reduzido, apresentando valores inferiores a 4%, e o coeficiente de determinação ajustado (R²_{aj.}) manteve seus níveis, bem como os coeficientes apresentaram valores muito similares e próximos da unidade.

Relação alométrica entre a biomassa comercial (BC) e a variável combinada da copa (Dc8² . ht)

Para testar a influência do fator de copa (Fc) na relação alométrica da biomassa comercial (BC) em função da variável combinada da copa, representada por (Dc8² . ht), utilizou-se a análise de covariância. Deve-se salientar que o modelo utilizado nesta análise foi ponderado mediante aplicação do peso $W_i = 1/(Dc8^2 \cdot ht)^{1,25}$.

Na Tabela 3, são apresentadas as influências do fator de copa (Fc), na relação alométrica de BC com a variável combinada (Dc8² . ht).

O fator de copa (Fc) exerce significativa influência na relação alométrica da biomassa comercial com as variáveis combinadas da copa, fazendo com que os coeficientes para Fc 1, 3 e 4 sejam altamente significativos. Nota-se, pelo sinal do coeficiente da Fc 1, que erveiras com esta densidade, devem ter, subtraídos de seu valor estimado da copa, aproximadamente, 2,3 kg. Já as erveiras com Fc 2, ou seja, copas com menos de 50% ocupadas por área folhada, podem ter sua biomassa comercial estimada diretamente por 0,94% do valor de (Dc8² . ht), pois seu coeficiente para Fc não é significativo a probabilidades inferiores a 28%. Para erveiras com Fc 3 e Fc 4, deve-se acrescentar, em média, 2,3 kg e 3 kg, respectivamente. Salienta-se que estes valores são representativos para a média, e que para estimativas de erveiras tomadas individualmente, deve-se utilizar funções desenvolvidas para cada Fc em particular.

TABELA 3: Análise de covariância da função $BC = b \cdot (Dc8^2 \cdot ht)$ (ponderada) para erva-mate em função dos fatores de copa (Fc)

Fonte Variação	GL	SQ erro Tipo III	QM	F	Prob.>F
Modelo	5	1267,19	253,44	2268,6	0,000
($Dc8^2 \cdot ht$)	1	254,69	254,69	2279,8	0,000
Fc (1, 2, 3 e 4)	4	30,54	7,63	68,3	0,000
Erro	175	19,55	0,11		
Total	180	1286,74			

$R^2_{ajust.} = 0,984$

Parâmetro	Coefficiente	Erro padrão	t	Prob.>t
($Dc8^2 \cdot ht$)	0,940	0,020	47,75	0,000
Fc 1	-2,296	0,339	-6,77	0,000
Fc 2	0,305	0,281	1,08	0,280
Fc 3	2,342	0,311	7,52	0,000
Fc4	3,056	0,352	8,69	0,000

Em que: BC = biomassa comercial (kg/planta); ($Dc8^2 \cdot ht$)= variável combinada da copa; GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado para a variável dependente; Prob. > F = nível de probabilidade de erro; $R^2_{ajust.}$ = coeficiente de determinação ajustado; t = valor de t calculado para o coeficiente; Prob. > t = nível de probabilidade de erro.

Estimativa da biomassa comercial (BC) de erveiras em função da dimensão da copa e do fator de copa

Quando se utiliza a variável combinada da copa ($Dc8^2 \cdot ht$) na estimativa da biomassa comercial (BC), detecta-se, por meio da análise de covariância, influência significativa do fator de copa (Fc). Assim, estimaram-se funções em separado para cada um dos fatores de copa, obtendo-se os coeficientes apresentados na Tabela 4. Para isto utilizaram-se modelos sem intercepto ponderados mediante a aplicação do peso $W_i = 1/(Dc8^2 \cdot ht)^{1,25}$.

TABELA 4: Coeficientes da função $BC = b \cdot (Dc8^2 \cdot ht)$ para erveiras podadas aos 24 meses de idade da copa (inverno)

Fator de copa (Fc)	b
Fc 1	0,762
Fc 2	0,960
Fc 3	1,163
Fc 4	1,377

Em que: BC = biomassa comercial (kg/planta); b = coeficiente angular; Dc8 = diâmetro médio da copa (m); ht = altura total (m).

Pela análise da Tabela 4, verifica-se que os coeficientes são crescentes com o incremento do fator de copa. Este comportamento permite a estimativa do coeficiente b como função do fator de copa com elevada precisão como pode ser verificado na Tabela 5.

TABELA 5: Função para estimativa do coeficiente angular da reta (b) das funções $BC = b \cdot (Dc8^2 \cdot ht)$ como funções do fator de copa (Fc)

Modelo	Coeficientes	Estatísticas					
		Coeficientes		Modelo			
		t	Prob>t	F	Prob>F	$R^2_{aj.}$	Syx%
$b = a' + b' \cdot Fc$	$a' = 0,553$ $b' = 0,205$	78,8	0,000	6374	0,000	0,999	0,53
		79,8	0,000				

Em que: BC = biomassa comercial (kg/planta); t = valor de t calculado para a variável dependente; Prob>t = nível de probabilidade de erro; F = valor de F calculado para a função; Prob>F = nível de probabilidade de erro; $R^2_{aj.}$ = coeficiente de determinação ajustado; Syx% = erro padrão da estimativa y em %.

Com base nestas constatações, pode-se estimar, com grande confiabilidade, a biomassa comercial de erveiras (BC) que não apresentam frutos (inverno) como função do fator de copa (Fc) e das dimensões da copa, por meio de:

$$BC = (0,553 + 0,205 Fc) \cdot (Dc8^2 \cdot ht) \tag{3}$$

Para verificar a eficiência da estimativa da biomassa comercial, quando é considerado o fator de copa, comparou-se o erro padrão de estimativa desta com os erros obtidos pela estimativa utilizando um coeficiente para cada época de poda. A Tabela 6 apresenta os erros padrão de estimativa absoluto e percentual (S_{yx}) e ($S_{yx}\%$) para estimativas da biomassa comercial de árvores individuais pela utilização dos coeficientes das Tabelas 1 e 5. Pela análise da Tabela 6, verifica-se que a consideração do fator de copa reduz o erro padrão de estimativa da biomassa das erveiras podadas de, aproximadamente, 21 para 12%.

TABELA 6: Erro padrão de estimativa em função do método de estimativa da biomassa comercial (BC)

Método de estimativa da BC	S_{yx}	$S_{yx}\%$
$b = 0,963$ (Tabela 1)	2,985	20,80
b varia com o fator de copa (Tabela 5)	1,716	12,06

Em que: b = coeficiente angular de $BC = b \cdot (Dc^8 \cdot ht)$; Dc = diâmetro médio da copa; ht = altura total, S_{yx} = erro padrão da estimativa y ; $S_{yx}\%$ = erro padrão da estimativa y em %.

Na Figura 2, estão apresentados os desvios gerados nestas estimativas. Verifica-se, pela análise dessa Figura, que, para as estimativas da biomassa comercial das erveiras, os erros apresentam menor amplitude quando se considera que o coeficiente varia com o fator de copa. Contudo, apesar do menor erro padrão de estimativa, verifica-se que algumas erveiras apresentam elevados resíduos. Este comportamento deve-se, provavelmente, a erros na determinação do fator de copa. Deve-se salientar, contudo, que, de uma forma geral, os resíduos são bastante reduzidos pelas estimativas que consideram o fator de copa.

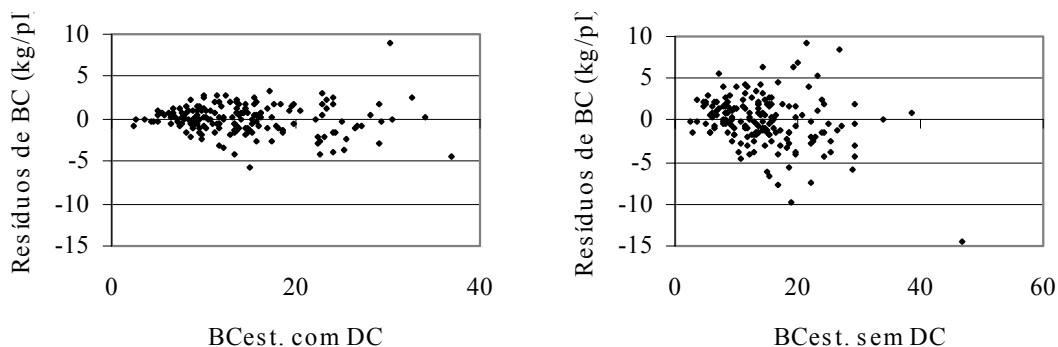


FIGURA 2: Resíduos das estimativas de biomassa comercial com auxílio da função $BC = b \cdot Dc^8 \cdot ht$, com e sem consideração do fator de copa (F_c)

CONCLUSÕES

O modelo $BC = b \cdot (Dc^8 \cdot ht)$, ponderado por $(Dc^8 \cdot ht)$, obtido pelo procedimento Stepwise de regressão, descreveu, de forma satisfatória, a variação da biomassa comercial, em função do diâmetro médio da copa e da altura total;

A análise de covariância detectou diferença para o fator densidade de copa, quando se utiliza a função ponderada $BC = b \cdot (Dc^8 \cdot ht)$;

Pode-se estimar a biomassa comercial de erveiras (BC) como função do fator de copa (F_c) e das dimensões da copa, por meio de $BC = (0,553 + 0,205 F_c) \cdot (Dc^8 \cdot ht)$

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSMANN, E. **The principles of forest yield study**. New York: Pergamon Press, 1970. 506p.
 DA CROCE, D.M.; HIGA, A.R.; FLOSS, P.A. **Escolha de fontes de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) para Santa Catarina**. Florianópolis:EPAGRI, 1994. 23p. (Boletim Técnico, 69).
 LINHARES, T. **História econômica do mate**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, 1969. 523p.
 MOTTA, F.S., BEIRSDORF, M.J.C., GARCEZ, R.B. **Zonamento agrícola do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**: normas agro-climáticas. Pelotas: Ministério da Agricultura, 1971. 80p.
 NOVAK, D.J. Estimating leaf area and leaf biomass of open-grown deciduous urban trees. **Forest Science**, v.42, n.4, p.504-507, 1996.

SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Subchefia de Estatística, Geografia e Informática. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173p. Tab. Graf. Col.

SPSS. **SPSS for Windows**: programa de computador. USA, 1996, Versão 7.5.1.

ST.CLAIR, J.B. Family differences in equations for predicting biomass and leaf area in Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*). **Forest Science**, v.39, n.4, p.743-755, 1993.

STERBA, H. **Forstliche Ertragslehre**. Wien: Universität für Bodenkultur, 1992. 160p. (Heft, 4).

MÉTODO DE DERIVAÇÃO DO VOLUME EM BIOMASSA E CARBONO: UMA APLICAÇÃO EM *Platanus X acerifolia* (AITON) WILD.

METHOD OF VOLUME DERIVATION FOR BIOMASS AND CARBON: AN APPLICATION IN *Platanus x acerifolia* (AITON) WILD.

Paulo Renato Schneider¹ César Augusto Guimarães Finger² Juarez Martins Hoppe³
Valni Giacomelli Sobrinho⁴ Paulo Sérgio Pigatto Schneider⁵

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de testar a eficiência relativa do Método de Derivação de Volume em Biomassa e Carbono em povoamentos equiâneos de *Platanus x acerifolia*. A quantificação dos componentes da biomassa e do carbono foi feita em um povoamento com idade de 5,5 anos. O método eficiente na determinação do estoque de carbono, pois o erro relativo médio foi de apenas 7,15 %, quando considerando toda a amostragem do volume do povoamento. A densidade básica média da madeira encontrada foi de 0,52. A proporção de biomassa, obtida pela razão entre o volume com casca pelo volume total das partes aérea e subterrânea foi de 0,59. A concentração de carbono foi igual a 0,40. O estoque de carbono estimado pelo método de derivação de volume e carbono, em povoamentos de 5,5 anos de idade, foi de 24,9 t ha⁻¹.

Palavras-chave: *Platanus x acerifolia*, método, biomassa, carbono.

ABSTRACT

This work was carried out aiming at checking for the relative efficiency of the Method of Volume Derivation for Biomass and Carbon in evenaged stands of *Platanus x acerifolia*. The measurements of biomass and carbon components took place in a 5.5 year-old stand. The method was proven to be efficient in determining the carbon stock, since the relative mean error was as small as 7.15%, when considering the whole sample for the stand volume. The mean basic wood density found was 0.52. The biomass proportion, calculated by the ratio of the barked volume to the total volume of underground and above ground portions, was found to be 0.59. The carbon concentration was 0.40. The carbon stock, estimated by the method of volume derivation for carbon, in 5.5 year-old stands, amounted to 24.9 t ha⁻¹.

Key words: *Platanus x acerifolia*, method, biomass, carbon.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas do século XX as preocupações com as emissões aéreas intensificaram-se e se tornaram de domínio do grande público. Nos anos 80, a morte das florestas na Europa tomou conta da mídia passando a preocupar toda a sociedade, o que conduziu a realização de uma série de encontros e discussões sobre o tema. Nas diversas reuniões realizadas, a necessidade da redução dos níveis de carbono na atmosfera, tornou-se evidente.

Entre as iniciativas para a redução dos níveis de carbono na atmosfera, a utilização de produtos florestais e as práticas de manejo são consideradas de grande eficiência por possibilitar o aumento do volume de carbono imobilizado na natureza. A substituição de produtos como: petróleo, gás e carvão mineral pela madeira, bem como, o aumento da vida útil dos produtos de madeira é também práticas necessárias para assegurar a manutenção do carbono atmosférico em níveis seguros.

A preocupação com as emissões de poluentes aéreos e de medidas para sua mitigação levou ao desenvolvimento de um mercado internacional de produtos ecologicamente corretos. No âmbito das emissões de carbono, embora toda a controvérsia existente, o mercado cresce anualmente, sendo seus papéis comercializados na

¹ Engenheiro Florestal, Dr., Prof. Tit. de Manejo Florestal do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. 97105-900 Santa Maria, RS. Pesq. do CNPq. E-mail: paulors@smail.ufsm.br

² Engenheiro Florestal, Dr., Prof. Adj. de Biometria Manejo Florestal do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. 97105-900 Santa Maria, RS. Pesq. do CNPq. E-mail: finger@smail.ufsm.br

³ Engenheiro Florestal, Dr., Prof. Adj. de Silvicultura do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. 97105-900 Santa Maria, RS. E-mail: hoppe@ccr.ufsm.br

⁴ Economista, M.Sc. Prof. Adj. do Departamento de Economia, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal de Santa Maria. 97105-900 Santa Maria, RS.

⁵ Acadêmico de Engenheiro Florestal, Universidade Federal de Santa Maria. 97105-900 Santa Maria, RS.

bolsa de valores; advindo daí a necessidade da quantificação da capacidade de armazená-lo. O interesse em determinar a quantidade de carbono armazenada em determinada propriedade deve-se então, a possibilidade de valorá-la em relação a esse benefício não tradicionalmente comercializado.

Já no final da década de 90, Schöne & Schulte (1999) comentavam que essa quantificação deverá, em futuro próximo, ser realizada no conjunto de nações, podendo esse conteúdo ser comercializado, na Bolsa de Valores, em forma de Certificados de Emissões. Para isso foi estabelecido que até o ano de 2007, os países industrializados devem construir um sistema para quantificação e monitoramento de emissões antropogênicas, bem como, das fontes de degradação desses gases.

As estimativas oficiais indicam que do total do gás carbônico de origem antrópica emitido para a atmosfera, cerca de 40 a 45 %, provém da combustão de petróleo e carvão e outros 15 % da queimada de florestas. Neste sentido, Araújo et al. (1999) quantificaram a emissão de cerca de 19,1 t ha⁻¹ em uma área de floresta primária cortada e deixada para secar por quatro meses e depois queimada.

Em algum momento próximo a década de 1960, a emissão de CO₂ proveniente de combustíveis fósseis ultrapassou o nível de captação em decorrência da mudança do tipo de vegetação e do uso do solo. Este fato fez com que os países industrializados passassem a ser os principais responsáveis pela emissão de CO₂ para a atmosfera.

Atualmente estima-se que apenas 5% da população mundial esta situada nos países desenvolvidos e consomem o equivalente a 58% da energia mundial, enquanto que, 50 % da população mundial vive nos países subdesenvolvidos e consomem menos de 4 % dessa energia. Estes números permitem inferir que entre os países desenvolvidos com maior emissão encontra-se os Estados Unidos.

Em contrapartida o Brasil apresenta baixo consumo de combustíveis fósseis, e por outro lado elevado potencial de seqüestro de CO₂ devido às extensas áreas florestais ou de aptidão florestal, bem como condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento vegetal. A matéria seca que constitui a biomassa é formada especialmente por carbono e por nutrientes minerais, cujas concentrações variam com a espécie, fase de desenvolvimento, estado nutricional, condições edafoclimáticas e com a parte do vegetal considerada (Larcher, 1986).

Segundo Krapfenbauer (1983) na madeira das árvores encontram-se, em média, 50% de carbono, 43% de oxigênio, 6% de hidrogênio e 1% de elementos minerais.

No Inventário Ecológico e Florestal da Espanha são levantadas as quantidades de madeira, biomassa, nutrientes e de carbono. A quantidade de carbono varia por fração da parte aérea para cada espécie, bem com entre coníferas e folhosas. As madeiras de coníferas contêm entre 49,9 e 51,1 g de carbono por cada 100 g de madeira (peso seco) e as folhosas apresentam valores médios entre 47,2 e 48,6 g de carbono para cada 100 g de madeira (peso seco). As outras frações aéreas (folhas e ramos), apresentam diferenças algo maiores entre coníferas e folhosas (Ibañez et al., 2002).

Na quantificação do carbono o teor desse elemento tem sido considerado constante, pois de acordo com diversos autores, esse conteúdo varia pouco entre diversas espécies já estudadas. Desta forma, Wang et al. (2001) na determinação do estoque de carbono, na China, utilizaram um fator linear de concentração de carbono igual a 0,45, e aplicaram um fator de conversão do volume em biomassa florestal para cada grupo florestal do país. Mencionaram, entretanto que, a conversão do volume para biomassa pode ser influenciada por fatores como a idade e a qualidade do sítio. Devido a isto, dividiram cada grupo florestal em cinco classes de idade e estimaram um fator de conversão individual para cada idade não encontrando, porém variação nos resultados, passando a estimar o estoque total de carbono para os ecossistemas florestais da China sem a estratificação por idade.

Embora seja esperado que, ao se determinar a densidade de carbono com base em dados obtidos em parcelas de investigação, ocorra a influência da fertilidade, do sítio, da atividade humana e outros fatores naturais e biológicos, resultando numa larga variação da densidade de carbono, a qual pode resultar numa superestimativa do estoque de carbono (Fang et al., 1998).

Devido a essas influências na China, tem sido utilizado dado proveniente dos inventários florestais para estimar o estoque de carbono das florestas em nível regional e nacional. Essa fonte de dado é preferível à maioria das outras fontes de informações para estimar o estoque de carbono, porquê consegue abarcar, com maior realidade, as fontes de variação dos dados básicos acerca do volume por hectare, em todos os tipos florestais e sob diferentes condições biológicas.

O método de derivação do volume em biomassa e carbono, por reduzir as incertezas na estimativa do estoque de carbono das florestas, tem sido usado para estimar o estoque de carbono das florestas boreais do Canadá (Apps & Kurz, 1994), florestas dos Estados Unidos da América (Turner et al., 1995), florestas da Rússia (Alexeyev et al., 1995) e florestas da China (Fang et al., 1998). Este método se vale de um fator de conversão para obter o estoque de carbono da vegetação obtido pela proporção entre a biomassa e o volume da floresta. O fator varia com o tipo florestal (espécies), região (qualidade do sítio), estágio de desenvolvimento (classe de idade) e atividade humana. Além disto, é necessário conhecer a densidade básica da madeira, o conteúdo de carbono e a proporção do volume para a biomassa total.

Visando contribuir com o tema, Schöne & Schulte (1999) conduziram um estudo para quantificar, de forma prática, o volume de carbono armazenado em uma floresta manejada de forma sustentada e compará-lo com as emissões anuais de origem antropogênica. Os resultados do estudo, realizado no estado alemão Rhein-Pfals, mostraram que as florestas armazenam em média 250 t ha⁻¹ de carbono, quantidade equivalente às emissões de 20 anos naquele estado alemão.

No estudo, foi quantificado o armazenamento de carbono, considerando a quantidade na biomassa da parte aérea, mais a existente no solo, na serapilheira, no húmus, nos produtos da madeira, bem como, das árvores mortas. Para isto, utilizam a seguinte equação:

$$C = V \cdot Db \cdot Fb \cdot Fc$$

Sendo: C = carbono em toneladas; V = Volume em m³ s/c; Db = Densidade básica da madeira – toneladas / m³ s/c; Fb = fator de expansão para correção do volume em peso seco da biomassa total obtido pelo cociente do peso seco de toda a biomassa de um povoamento e o peso seco do volume comercial; Fc = fator para a determinação do peso seco da biomassa em Carbono (0,50).

Simulações do estoque de carbono, para aquele estado alemão, sugeriram que a conversão de florestas velhas para jovens, de rápido crescimento, em geral não reduzirá a quantidade de gás carbônico (CO₂) na atmosfera, como tem sido recentemente sugerido, pois durante a colheita de madeira, o estoque de carbono no sítio é reduzido consideravelmente não compensando a capacidade de armazenamento das florestas velhas por pelo menos 200 anos. Mesmo quando o seqüestro de carbono em construções que utilizam madeira é incluído nos modelos, a colheita da madeira resulta num fluxo líquido de CO₂ para atmosfera. Para compensar este efeito, a produção de madeira para a construção e para uso em outros produtos de longa durabilidade teriam de crescer acentuadamente. Os cálculos do equilíbrio de massa indicam que a conversão de 5 milhões de hectares de florestas velhas em plantações mais jovens, nos últimos 100 anos, no oeste do Oregon e Washington, Estados Unidos, acrescentou entre 1,5 x 10⁹ a 1,8 x 10⁹ Mg de carbono na atmosfera (Harmon, et al., 1990).

Em um estudo com floresta secundária, com 10 anos de idade, Fearnside & Guimarães, (1996) quantificaram uma assimilação de 6,0 a 10,0 t ha⁻¹ ano⁻¹. Com 20 anos de idade a assimilação variou entre 4,0 a 7,0 t ha⁻¹ ano⁻¹; e aos 80 anos de idade a assimilação anual média caiu para 2,0 t ha⁻¹ ano⁻¹. Os autores estimaram que em 100 anos a floresta deverá atingir o estado de equilíbrio, com uma taxa de assimilação de 0,97 t ha⁻¹ ano⁻¹.

Segundo Wadsworth (2000), em ecossistemas formados por florestas tropicais, em Suriname, o total de fitomassa chega a um valor de 549 t ha⁻¹, distribuídas nas seguintes partes: folhas 10 t ha⁻¹, ramos 105 t ha⁻¹, tronco 231 t ha⁻¹, raízes 26 t ha⁻¹, vegetação 48 t ha⁻¹, serapilheira 129 t ha⁻¹. Estes valores contrastam-se com 149,65 t ha⁻¹ de biomassa, encontrados para um povoamento equiâneo de *Acacia mearnsii*, com 6 anos de idade, no Rio Grande do Sul (Calill, 2003); com o estoque de carbono em povoamentos de *Pinus caribaea* que alcança 59 t ha⁻¹, aos 15 anos, com 72 t ha⁻¹ em *Pinus patula*, aos 20 anos, e 57 t ha⁻¹ em *Cumpressus lusitanica*, aos 20 anos (Schroeder, 1991).

Com o objetivo de determinar o estoque de carbono num ecossistema florestal, formado por um povoamento equiâneo de *Platanus x acerifolia*, foi realizado este estudo utilizando o método de derivação do volume em biomassa e carbono e, comparando as estimativas com os valores obtidos em base laboratorial para o mesmo povoamento florestal.

MATERIAL E MÉTODO

Características da espécie

O *Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. é o resultado do cruzamento genético espontâneo entre o *Platanus orientalis* L., originário do sudeste da Europa, Ásia Menor, Pérsia, Afeganistão e noroeste da Índia com o *Platanus occidentalis* L., que tem sua origem no sul do Canadá e no leste dos Estados Unidos até o México, constituindo-se num híbrido de grande potencial madeireiro na região Sul do Brasil e também para outras regiões de clima temperado e frio (Reitz, 1984).

Origem dos dados

A presente pesquisa foi desenvolvida em um povoamento de *Platanus x acerifolia*, com 5,5anos de idade, localizado no município de Dom Feliciano, nas coordenadas 30° 15' 30" S e 52° 15' 30" W, numa fazenda de propriedade da Empresa Platanus Ltda.

Condições ecológicas da região

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, sempre úmido, pluvial, quente e temperado, temperatura média anual de 16,5 °C, enquanto que a média das temperaturas máximas é de 32 °C e a média das mínimas é de 4 °C com a ocorrência de geadas. A precipitação média anual está em torno de 1600 mm por ano (Moreno, 1961).

O solo da região de estudo, segundo Brasil (1973) pertence à unidade de mapeamento Camaquã, proveniente de rochas ácidas derivadas de granitos. A atual classificação taxonômica, de acordo com Streck *et al.* (2002), caracteriza-o como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico.

Características dos povoamentos

O plantio foi efetuado em área de campo, com espaçamento regular de 3 m x 5 m. A abertura das covas com dimensões de 40 cm de profundidade e 30 cm de diâmetro foi precedida de uma roçada total na área.

Os tratos culturais aplicados constituíram-se de roçadas entre as linhas de plantio, em número de duas por ano, até o terceiro ano, quando ocorreu o fechamento das copas, dispensando as mesmas. A partir do segundo ano foram aplicadas desramas anuais na floresta, cuja intensidade chegou a 50% da altura total das árvores visando à produção de madeira de alta qualidade, para a serraria.

Base de dados

Os dados básicos de biomassa e carbono foram determinados por Hoppe (2003) e utilizados no presente estudo. Em seu estudo o inventário da área consistiu do levantamento de cinco parcelas com as dimensões de 20 m x 30 m. Em cada uma destas unidades, foram medidos todos os diâmetros à altura do peito (DAP) e parte das alturas das árvores. Com os dados inventariados, a amplitude diamétrica do povoamento foi dividida em 8 classes de diâmetro.

A amostragem da biomassa consistiu no abate de 3 árvores por classe de diâmetro. Essas árvores foram cubadas e a biomassa de cada um dos componentes (folhas, galhos, casca, madeira e raiz) foi pesado e amostrado.

Dentro das parcelas do inventário florestal, foram coletadas de forma aleatória 25 amostras de serapilheira utilizando uma moldura de ferro com dimensões de 25 cm x 25 cm.

Todas as amostras coletadas para a determinação do peso seco da serapilheira e biomassa de *Platanus x acerifolia* foram pesadas com o auxílio de balança digital, com precisão de 0,1 g. Estas amostras foram identificadas e armazenadas em sacos de papel e depois transportadas até o Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria onde foram secas em estufa com circulação e renovação de ar à temperatura de 75°C, por um período de 72 horas, para a determinação do peso de matéria seca.

Estimativa do estoque e densidade de carbono

O estoque de carbono foi calculado através do volume inventariado, usando a método de derivação do volume em biomassa e carbono que utiliza o fator de conversão do estoque de carbono, densidade básica da madeira e proporção de biomassa, sendo expresso por:

$$C_i = \sum_{i=1}^n \{ (V_i \cdot Db_i \cdot Cc) / Pb_i \}$$

Sendo: C_i = carbono estocado no i -éssimo tipo florestal; V_i = estoque real inventariado no i -éssimo tipo florestal, em m^3ha^{-1} ; Db_i = densidade básica da madeira do i -éssimo tipo florestal, em g/cm^3 ; Pb_i = proporção de biomassa do tronco com casca em relação a biomassa total no i -éssimo tipo florestal; Cc = concentração de carbono; n = número de tipos florestais, neste caso um.

A proporção de biomassa do tronco com casca em relação a biomassa total no i -éssimo tipo florestal foi obtida por:

$$Pb_i = \sum_{i=1}^n (Vt / Bt)$$

Sendo: Pb_i = proporção de biomassa do tronco com casca em relação a biomassa total no i -éssimo tipo florestal; Vt = volume total com casca inventariado por unidade de área; Bt = biomassa total dos componentes das partes subterrâneas e aérea, incluindo folhas, ramos, fuste, casca, serapilheira, raízes, grama e arbustos; n = número de tipos florestais, neste caso um.

A densidade básica da madeira da espécie considerada foi determinada através da relação:

$$Db_i = PS / (PU - PI)$$

Sendo: PS = peso seco em estufa da amostra; PU = peso úmido da amostra; PI = peso imerso da amostra.

A densidade de carbono armazenada foi obtida pelo produto do estoque de carbono por unidade de área pela área do tipo florestal, ou seja:

$$Dc = \sum_{i=1}^n (C_i \cdot A_i)$$

Sendo: Dc = densidade de carbono armazenado; C_i = carbono armazenado no i-ésimo tipo florestal; A_i = área florestal do i-ésimo tipo florestal; n = número de tipos florestais, neste caso um.

Diferença relativa do estoque de carbono

A diferença relativa do estoque de carbono foi obtida pela comparação entre o estoque de carbono obtido pelo método de derivação do volume em biomassa e carbono e o real obtido por análise laboratorial, realizada por Hoppe (2003). Esta diferença relativa por idade foi obtida através da seguinte fórmula:

$$DR_i = (ECE_i - ECR_i) / ECE_i$$

Sendo: DR_i = diferença relativa na i-ésima idade; ECE_i = estoque de carbono estimado pelo método de derivação do volume em biomassa e carbono na i-ésima idade; ECR_i = estoque de carbono real na i-ésima idade, determinado em laboratório.

A diferença relativa da estimativa de carbono, obtida entre o método de derivação do volume em biomassa e carbono e o real determinado via laboratório, para o total da amostragem, foi obtido através da seguinte fórmula:

$$DRT = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (ECE_i - ECR_i)}{\sum_{i=1}^n ECE_i} \right] \cdot 100$$

Sendo: DRT = diferença relativa total do método de derivação do volume em biomassa e carbono e o real obtido via laboratório; ECE_i = estoque de carbono estimado pelo método de derivação do volume em biomassa e carbono na idade i; ECR_i = estoque de carbono real na idade i, determinado em laboratório; n = número de idades consideradas.

Processamento dos dados

Os cálculos de volume, biomassa, estoque e densidade de carbono foram efetuados através de planilha eletrônica, desenvolvida no Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Densidade básica

A densidade básica média da madeira de *Platanus x acerifolia* encontrada foi de 0,5 g cm⁻³, considerando as variações de idade, sítio e espaçamento dos povoamentos. Este valor médio de densidade básica assemelha-se do encontrado por Aslanbaga & Gemici (1998) de 0,55 g cm⁻³, para *Platanus x occidentalis*.

Proporção de biomassa

A quantidade de biomassa dos componentes da parte aérea, composta de: madeira, casca, folhas, frutos, galhos, raízes e serapilheira; e da subterrânea, constituída pelas raízes, foram utilizados no cálculo da proporção de biomassa a qual é obtida pela razão entre a biomassa da madeira e casca, com o total encontrado nos componentes das partes aérea e subterrânea em conjunto. Para a quantificação da biomassa foram considerados os dados obtidos por Hoppe (2003), apresentados na Tabela 1, resultando no valor de proporção de biomassa igual a 0,40.

Concentração de carbono

Nos dados apresentados na Tabela 1 observa-se uma pequena variação da concentração de carbono entre os diferentes componentes das partes aéreas e subterrâneas das árvores de *Platanus x acerifolia*. Estes valores variaram de 0,30 na serapilheira à 0,45 nos frutos, sendo sua média geral igual a 0,40. Da mesma forma a concentração média de carbono das partes aéreas e subterrâneas foi de 0,40. Esse valor pode ser considerado baixo se comparado com as concentrações de carbono determinadas para outras espécies, como: *Pinus sylvestris*, 0,499±0,145, 0,497±0,119 para *Pinus radiata*, 0,481 ± 0,174 para *Quercus suber*, 0,483 ± 0,026 para *Populus nigra*, na Espanha, (Ibañez et al., 2002); e os publicados no Brasil, 0,53 para *Acacia mearnsii*, aos 4 anos de idade (Schumacher et al., 2001), na Áustria, 0,5 para um grupo de espécies (Schöne & Schulte, 1999); na China, 0,45 para todas as espécies (Wang et al., 2001).

TABELA 1 - Proporção de biomassa e carbono em *Platanus x acerifolia*, aos 5,5 anos de idade

Componente	Biomassa (t ha ⁻¹)	C (t ha ⁻¹)	Concentração C
Madeira	21,07	8,903	0,42
Casca	2,01	0,745	0,37
Folhas	1,89	0,839	0,44
Frutos	0,16	0,073	0,45
Galhos	11,72	5,107	0,44
Raízes	8,43	3,452	0,41
Serapilheira	12,80	3,881	0,32
Total	58,08	23,000	0,40
Proporção de biomassa	0,40	-	-

Fonte: Hoppe (2003)

Diferença relativa do estoque de carbono obtido entre o método de derivação do volume em biomassa e carbono em relação ao obtido via laboratório

Na Tabela 2, são apresentados o estoque de carbono estimado pelo método de derivação do volume e carbono, encontrado por determinação via laboratório por Hoppe (2003) e a diferença relativa com o método testado neste estudo, considerando uma densidade básica média da madeira de 0,5, concentração de carbono média de 0,40 e proporção de biomassa média de 0,40.

TABELA 2 – Diferença relativa do estoque de carbono obtida entre o método de derivação do volume em biomassa e carbono em relação ao obtido via laboratório

Idade (ano)	Volme ¹ (m ³ c/c ha ⁻¹)	Carbono ² (t ha ⁻¹)	Carbono estimado (t ha ⁻¹)	Diferença (%)
5,5	48,01	23,179	24,965	7,15

Fonte: ¹ Hoppe (2003); ² Determinado via laboratório.

Este resultado mostrou uma diferença relativa de 7,15 %, entre o total de carbono estimado via laboratório, 23,179 t ha⁻¹, e o obtido pelo método de derivação do volume, 24,965 t ha⁻¹. Esta diferença encontrada no povoamento de *Platanus x acerifolia* provavelmente, deve-se ao valor 0,52 utilizado como média de densidade básica da madeira, que normalmente assume menor grandeza em árvores com idades jovens, como decorrência da menor proporção de lenho primaveril em relação ao outonal na madeira.

Pode-se afirmar com base nas estimativas para a unidade de área, geradas para volume total por hectare, considerando ainda a idade do povoamento, que o método de derivação do volume em biomassa e carbono mostrou alta eficiência. O valor de diferença de 7,15% pode ser considerado pequeno, demonstrando ser possível o seu uso, com segurança e boa precisão, na estimativa do estoque de carbono de povoamentos equiâneos de *Platanus x acerifolia*. Demonstra ainda ser possível utilizar o método para estimar o estoque total de carbono bastando conhecer o volume de madeira com casca por hectare, a proporção de biomassa, a densidade básica da madeira e a concentração média de carbono da espécie.

Estoque de carbono por classe de diâmetro

Na Tabela 3 encontram-se os resultados da determinação do estoque de carbono por unidade de área distribuída por classe de diâmetro. Observa-se que a variação do estoque dentro das classes de diâmetro está diretamente relacionada à frequência de indivíduos. O total de indivíduos da população amostrada foi de 667 ha⁻¹, que se distribuíram segundo a curva normal. Nesta distribuição verificou-se que a maior densidade de carbono ficou concentrada em torno do diâmetro médio do povoamento, onde igualmente ocorreu a maior frequência e maior quantidade de volume por hectare, o que biometricamente é esperado para o tipo de população.

CONCLUSÕES

Os resultados encontrados no presente trabalho, realizado com *Platanus x acerifolia*, com 5,5 anos de idade, permitem concluir que a densidade básica média da madeira é 0,52; a proporção de biomassa média entre o volume de madeira e casca com a massa total por unidade de área é igual a 0,40; e a concentração de carbono média é igual a 0,40. O estoque de carbono estimado pelo método de derivação de volume em biomassa e carbono é 24,9 t ha⁻¹ o que difere em 7,15 %, quando comparado com o valor obtido em inventário de biomassa apoiado em base laboratorial, permitindo assegurar que o método de derivação do volume em biomassa e carbono é eficiente para estimar o estoque de carbono para a área total da floresta e espécie.

TABELA 3 – Estoque de carbono por classe de diâmetro de um povoamento de *Platanus x acerifolia*, com 5,5 anos de idade

Número da Classe DAP	Centro de Classe DAP (cm)	Frequência ha ⁻¹	Volume c/c ha ⁻¹	Estoque C t ha ⁻¹
1	10,35	10	0,72	0,374
2	11,10	27	1,94	1,009
3	11,85	60	4,32	2,346
4	12,60	177	12,74	6,625
5	13,35	240	17,27	8,980
6	14,10	93	6,69	3,479
7	14,85	57	4,10	2,132
8	15,60	3	0,22	0,114
		667	48,01	24,96

Fonte: Dados parciais de Hoppe (2003)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXEYEV, V., BIRDSEY, R., STAKANOV, V., KOROTKOV, I. Carbon in vegetation of Russian forests: methods to estimate storage and geographical distribution. **Water Air Soil**. v.82, p. 271-382. 1995.
- APPS, M. J., KURZ, W. A. The role of Canadian forests in the global carbon budget. In: Kanninen, M. (ed.), **Carbon Balance of World's Forested Ecosystems: Towards a Global Assessment**. SILMU, Finland, p.14-39. 1994.
- ARAÚJO, T. M., CARVALHO, Jr., J. A., HIGUCHI, N., BRASIL, Jr., A. C. P., MESQUITA, A. L. A. A tropical Rain Forest clearing experiment by biomass burning in the state of Pará, Brazil. **Atmospheric Environment**, v.33, p.1991-1998. 1999.
- ASLANBAGA, I., GEMICI, Y. *Platanus orientalis* Linné 1998. In: Enzyklopädie der Holzgewächse – 11. Erg. Lfg. 3/98. Barnova – Izmir Turkey.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias. Divisão de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento e Reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- CALIL, F. N. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em um sistema silvopastoril na região de Tupanciretã**. 2003. [Ver](#)
- FANG, J., WANG, G. G., LIU, G., XU, S. Forest biomass of Masson pine in Huitong, Human Province. **For. Res.** v.1, p.117-134. 1998.
- FEARNSIDE, P. M., GUIMARÃES, W. M. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v.80, p.35-46. 1996.
- HARMON, M., FERRELL, W., FRANKLIN, J. F. Effects on carbon storage of conversion of old-growth forests to young forests. **Science**, v.247, p.699-702. 1990.
- HOPPE, J. M. **Biomassa e nutrientes em *Platanus x acerifolia* (Aiton) Wild. estabelecido no Estado do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. 2003, 130p. (Tese de Doutorado).
- IVAÑEZ, J. J., VAYREDA, J., GRACIA, C. Metodologia complementaria al Inventario Forestal Nacional en Catalunya. In: **El Inventario Forestal Nacional: Elemento clave para la Gestión Forestal Sostenible**. Fundación General de la Universidad de Valladolid. p. 67-77. 2002.
- KRAPFENBAUER, A., ANDRAE, F. H. Inventário de um reflorestamento de araucária de 17 anos em Passo Fundo - RS. Parte I: Inventário de biomassa In: ANDRAE, F.H.; KRAPFENBAUER, A. (Eds). **Pesquisa Austro-Brasileira 1973–1982 sobre *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii* e *Eucalyptus saligna***. Santa Maria-Brasil / Viena-Áustria: 1983. p.16-29.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1986. 319p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.

- REITZ, R. **Flora Ilustrada Catarinense**: Platanáceas. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1984. 14p.
- RUGANI, C. A., SCHLITTLER, F. H. M., CARVALHO, J. B. Biomassa e estoque de nutrientes nos vários compartimentos de uma floresta secundária de Terra Firme em Manaus – AM. **Naturalia**, São Paulo, v. 22, p.103-113, 1997.
- SCHÖNE, D., SCHULTE, A. Forstwirtschaft nach Kyoto: Ansätze zur Quantifizierung und betrieblichen Nutzung von Kohlenstoffsenken. **Forstarchiv**, 70 Jahrgang, p. 167-176. 1999
- SCHROEDER, P. **Carbon storage potencial of short rotation tropical tree plantations**. 1991. 19p.
- SCHUMACHER, M. V., VOGEL, H. L. M., BARICHELLO, L. R., CALDEIRA, M. V. W. Quantificação do carbono orgânico em floresta de *Acacia mearnsii* De Wild. em diferentes idades. Santa Maria, In: Simpósio Latino-americano de Manejo Florestal, 2 p.387-399. 2001.
- STRECK, E. V., KAMPF, N., DALMOLIM, R. S. D., KLAMT, E., NASCIMENTO, P. C., SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002. 107p.
- TURNER, D. P., HOEPPER, G. J., HARMON, M. E., LEE, J. J. A carbon budget for forests of the conterminous United States. **Ecol. Appl.** v.5, p.421-436. 1995.
- WADSWORTH, F. H. **Producción Forestal para América Tropical**. Washington: U. S. Dept. of Agriculture, Forest Service. 603p. 2000.
- WANG, X., FENG, Z., OUYANG, Z. The impact of human disturbance on vegetative carbon storage in forest ecosystems in China. **Forest Ecology and Management**. v.148, p.117-123.

ASPECTOS FLORÍSTICOS E FITOSSOCIOLÓGICOS DE FORMAÇÕES FLORESTAIS EM ESTÁGIO SUCESSIONAL SECUNDÁRIO NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL, RIO GRANDE DO SUL, RS.

FLORISTIC AND PHYTOSOCIOLOGICAL ASPECTS OF THE FORMATIONS IN STAGE OF SUCESSION SECONDARY IN THE MIXED OMBROPHYLOUS FOREST IN THE CITY OF CAXIAS DO SUL, RIO GRANDE DO SUL.

Adelaide Juvena Kegler¹

RESUMO

Estudou-se a composição florística e alguns aspectos da estrutura fitossociológica de formações florestais em estágio sucessional secundário na Floresta Ombrófila Mista, no município de Caxias do Sul, na encosta superior do nordeste do Rio Grande do Sul. Os levantamentos fitossociológicos foram realizados seguindo os postulados da Escola Sigmata de Zürich – Montpellier. Nas 11 áreas estudadas, identificou-se 208 espécies, pertencentes a 141 gêneros de 64 famílias botânicas. A *Cupania vernalis*, *Panicum millegrana*, *Allophylus guaraniticus*, *Ocotea puberula*, *Adiantum radianum*, *Prunus subcoriaceae*, *Quillaja brasiliensis*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Matayba eleagnoides*, *Lithraea brasiliensis*, *Ilex brevicuspis*, *Blechnum australe*, *Tradescantia zebrina*, *Ctenites submarginalis*, *Nectandra megapotamica*, *Myrsine ferruginea*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Piper mikanianum*, *Allophylus edulis* e *Anemia phyllitides*, são as espécies mais freqüentes destas formações nas áreas estudadas.

Palavras-chave: Florística, Fitossociologia, Floresta Ombrófila Mista

ABSTRAT

We have studied the floristic composition and some aspects of the phytosociological structure of the formations in stage of succession secondary in the Mixed the Ombrophyllous Forest, in the city of Caxias do Sul, in the northeast superior hillside of Rio Grande do Sul State. The phytosociological surveys had been carried through following the postulates of School Sigmata of Zürich - Montpellier. In the 11 studied areas, We have identifies 208 species, belonging to 141 genii of 64 botanic families. The *Cupania vernalis*, *Panicum millegrana*, *Allophylus guaraniticus*, *Ocotea puberula*, *Adiantum radianum*, *Prunus subcoriaceae*, *Quillaja brasiliensis*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Matayba eleagnoides*, *Lithraea brasiliensis*, *Ilex brevicuspis*, *Blechnum australe*, *Tradescantia zebrina*, *Ctenites submarginalis*, *Nectandra megapotamica*, *Myrsine ferruginea*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Piper mikanianum*, *Allophylus edulis* and *Anemia phyllitides*, are the species most frequent in these formations in the study area.

Key words: Floristic, phytosociology, mixed the ombrophyllous forest

INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista, tipo fitogeográfico que caracteriza a fisionomia do planalto Sul Brasileiro, e também conhecida por Floresta com Araucária ou pinheiro - brasileiro (*Araucaria angustifolia*) (Rambo, 1956), é a formação predominante da área em estudo.

A Floresta Ombrófila Mista, nas condições do clima atual, estendeu-se pelos três Estados do Sul do País, numa superfície de aproximadamente 175.000 km², ocupando os mais diferentes tipos de relevos, de solos e de litologias, geralmente em latitudes maiores que 23°C, altitudes superiores a 500m e em situações afastadas das influências marítimas. A Floresta Ombrófila Mista, conforme Leite & Sohn e Teixeira e Coura Neto *apud* Leite & Klein (1990), está hoje reduzida a pouco mais de 10% (20.000 km²) da sua área original, testemunhas relictuais antropizadas da magnífica e pujante floresta das araucárias.

A intensa atuação do homem sobre os ecossistemas florestais, através da retirada de produtos como madeira, resinas, frutos, a expansão da produção de alimentos e ocupação do solo, proporcionou a gradativa diminuição na cobertura florestal, tendo como resultado a quase inexistência de vegetação clímax.

O conhecimento do dinamismo da vegetação é imprescindível para o manejo e ordenamento correto dos ecossistemas, em especial no que se relaciona com a agricultura, silvicultura e preservação dos mesmos. Neste contexto, se propõe o estudo florístico da Floresta com Araucária nos diferentes estágios sucessionais do qual faz parte o presente trabalho.

¹ Engenheira Florestal, Doutoranda do Curso de Biologia Ambiental da Universidade de León – Espanha. End.: Boa viagem, 547/304, Medianeira, CEP 95010-130, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. E-mail:adelaide@emater.tche.br.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Fitogeografia

De acordo com Leite & Klein (1990), a concepção de Floresta Ombrófila Mista procede da ocorrência da mistura de floras de diferentes origens, definindo padrões fitofisionômicos típicos, em zona climática caracteristicamente pluvial. No Brasil, a mistura de representantes das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira), com marcada presença de elementos *Coniferales* e *Laurales* é o denominado Planalto Meridional Brasileiro, definido pela área de dispersão natural da *Araucaria angustifolia*, espécie gregária de alto valor econômico e paisagístico. Estudos fitossociológicos anteriores à grande devastação das florestas do sul do Brasil, revelaram que a flora de origem australasica (composta de *Araucaria*, *Podocarpus*, *Drimys*, etc.) encontrava, no clima atual, condições favoráveis ao seu desenvolvimento em altitudes superiores a 500/600m., em situações não diretamente afetadas pela influência marinha.

Rambo (1956) e Reitz & Klein (1966), afirmam que a distribuição dos pinheirais no Rio Grande do Sul é, essencialmente, função das variações do terreno. Rambo (1956) conclui que o pinheiro é exclusivo do Planalto, ocorrendo em altitudes entre 500m, a oeste e 1.000m, ao leste. Não ocorre em altitudes inferiores, a não ser em manchas ocasionais.

Sucessão florestal

Com relação aos ecossistemas florestais, segundo Gómez-Pompa (1971), vivemos em uma época que poderia ser denominada “a era da vegetação secundária”. Somos espectadores de uma das trocas mais impressionantes da história da vida sobre a terra, pois a biota nativa está extinguindo-se ou adaptando-se a novas condições, tendo como causa principal as atividades humanas.

Para Gómez-Pompa & Wierchers (1976), este fato já é suficiente para respaldar qualquer investigação que se realize sobre processos de regeneração dos ecossistemas tropicais, sem que isto signifique que o estudo dos ecossistemas primários não continuem tendo uma alta prioridade, pois é indiscutível que em um futuro próximo poderemos querer recuperar alguns dos ecossistemas que se tem perdido e, por tal motivo, os conhecimentos gerados em estudos sucessionais serão fundamentais.

Estudos Florísticos e Fitossociológicos

O conhecimento seguro das espécies, é o primeiro requisito do fitossociólogo; estudos florísticos da vegetação sem um conhecimento suficiente das espécies são cientificamente inúteis. O objetivo destes estudos é precisamente reconhecer o significado da espécie e sua forma de vida na comunidade, assim como a determinação das leis que regulam as relações dos organismos na mesma. Não é possível chegar a uma definição precisa das unidades fitossociológicas quando se deixa em segundo plano a consideração da composição florística das mesmas (Braun-Blanquet, 1979).

Toda classificação da vegetação, segundo Rizzini (1963), deve sustentar suas bases no critério tríplice (fisionômico, florístico e ecológico) para a organização da hierarquia das unidades de vegetação, mas que a base fundamental deve ser fisionômica, já que ela considera as características e elementos da paisagem que podem definir e diferenciar com maior facilidade os diversos tipos de vegetação.

Para Grombone et al. (1990), estudos fitossociológicos são de máxima importância para a caracterização do papel exercido por cada espécie dentro da fitocenose e também contribuem de forma decisiva na indicação dos estágios sucessionais e para melhor avaliação da influência de fatores de clima, solo e ação antrópica nas comunidades vegetais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O município, área do presente estudo, situa-se na região da encosta superior do nordeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, constituindo-se centro geo-econômico da região de colonização italiana. Situa-se entre os meridianos 51° 30” e 51° 00” Leste e os paralelos 28° 15” e 29° 30” Sul.

Caxias do Sul possui uma área territorial de 1.657,31 km², distribuída em parte também no planalto dos Campos de Cima da Serra.

No município de Caxias do Sul, predomina, segundo Köeppen o clima mesotérmico úmido (cfb), com temperatura do mês mais frio superior a 3° C, temperatura do mês mais quente inferior a 22°C e inexistência de uma estação seca distinta, tendo em vista que não há índice pluviométrico inferior a 60 mm. A pluviosidade média é de cerca de 1821 mm/ano.

A altitude da área de estudo varia entre 600 metros à 950 metros.

A origem geológica do município integra a Formação Serra Geral da Série São Bento, na porção sul da Bacia do Paraná (Kaul, 1990), cronologicamente pertencentes aos períodos Triássico e Jurássico, estendendo-se até o Cretáceo Inferior da era Mesozóica.

As formas de relevo integram o Planalto das Araucárias que foram esculpidas especialmente em rochas efusivas ácidas da Formação Serra Geral, que ocorrem, normalmente, capeando as rochas efusivas básicas que correspondem, em geral, aos relevos mais conservados desta região geomorfológica.

Segundo dados do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 1999), em Streck et al. (2002), os solos do município são basicamente:

- Associação Neossolo Litólico distrófico típico (RLd1) - Cambissolo Húmico aluminico típico (CHa2) - Alissolo Hipocrômico órtico nitossólico (Apo), solos característicos das áreas com florestas ;
- Cambissolo Húmico aluminico típico (CHa1), solo característico das áreas de campos e;
- Associação Chernossolo Argilúvico férrico típico (MTf) - Neossolo Litólico eutrófico chernossólico, solos característicos dos vales dos rios

Para a seleção das áreas inventariadas, em um total de 11, observou-se a área de ocorrência natural da Floresta com *Araucaria angustifolia* no município, escolhendo-se formações com idade entre 30 a 45 anos.

METODOLOGIA

Os estudos florísticos, têm como base, o material botânico coletado no município de Caxias do Sul, identificado e referenciado em bibliografia especializada.

O material herborizado se encontra depositado no Herbário da Universidade de Caxias do Sul.

Os levantamentos fitossociológicos foram realizados seguindo os postulados da Escola Sigmatasta de Zürich – Montpellier. Para a definição das superfícies a serem inventariadas selecionou-se preliminarmente áreas que atendessem o critério da homogeneidade florística e das condições, observando os aspectos da flora e vegetação a que o estudo se propôs. Adotou-se parcelas retangulares de 10 X 100 m (1000 m²).

A localização das unidades amostrais foi feita, utilizando um mapa base do município, com a localização da área urbana, estradas, cursos de água e vegetação natural, elaborado em escala 1:50.000, através das Cartas Topográficas do Exército (DSG).

As unidades amostrais foram distribuídas aleatoriamente, obedecendo a alocação proporcional à área florestal das formações, por ser o mais indicado para o tipo de vegetação encontrada na área, ou seja, remanescentes florestais de constituição e tamanho variáveis.

De acordo com a curva espécie/área a intensidade de amostragem foi satisfatória. Braun-Blanquet (1979), afirma que uma comunidade necessita de uma área mínima não demasiado pequena para o seu desenvolvimento o que deve corresponder à um número mínimo de espécies.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição Florística

A diversidade florística verificada nas formações florestais em estágio secundário intermediário de sucessão da Floresta Ombrófila Mista pode ser observada na Tabela 01.

No conjunto dos extratos arbóreo, arbustivo e herbáceo foram identificadas 208 espécies pertencentes a 141 gêneros contidos em 64 famílias botânicas.

As famílias Poaceae e Sapindaceae estão presentes nas 11 áreas inventariadas. Com presença em mais de 80 % das áreas estudadas aparecem as famílias: Lauraceae, Pteridaceae, Rosaceae, Rutaceae, Anacardiaceae, Aquifoliaceae, Blechnaceae, Commelinaceae, Dryopteridaceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Piperaceae e Schizaeaceae.

Myrtaceae (24), Poaceae (14), Asteraceae (13), Solanaceae (13), Rubiaceae (7), Euphorbiaceae (6), Flacourtiaceae (6), Lauraceae (6) e Melastomataceae (6), estão entre as famílias presentes nos inventários, com maior número de espécies.

A *Cupania vernalis*, *Panicum millegrana*, *Allophylus guaraniticus*, *Ocotea puberula*, *Adiantum radianum*, *Prunus subcoriacea*, *quillaja brasiliensis*, *Zantoxylum rhoifolium*, *Matayba eleagnoides*, *Lithraea brasiliensis*, *Ilex brevicuspis*, *Blechnum australe*, *Tradescantia zebrina*, *Ctenites submarginalis*, *Nectandra megapotamica*, *Myrsine ferruginea*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Piper mikanianum*, *Allophylus edulis* e *Anemia phyllitides*, estão presentes em mais de 80 % das áreas inventariadas (Tabela 01).

Nas formações levantadas, observa-se boa regeneração natural das espécies, o que indica que as comunidades estão em equilíbrio dinâmico.

TABELA 01: Composição Florística das espécies amostradas na formação secundária da Floresta com pinheiros (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze), com sua respectiva participação nos inventários.

Família	Nome Científico	Inventários										Forma Vital	Presença (%)		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			11	
Acanthaceae	<i>Ruellia anouitifolia</i> (Nees) Rambo					x	x						AR	18.18	
	<i>Justicia carnea</i> Lindl.	.	.	.	.	x	x	x	.	x	.	x	AB	45.45
	<i>Justicia brasiliana</i> Roth.	.	.	.	x	.	x	x	.	.	.	x	AB	36.36	
Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i> L. March.	x	x	x	x	.	.	x	x	x	x	x	A	81.81	
Annonaceae	<i>Rolinia emarginata</i> Schlecht.	.	x	.	.	x	x	x	x	x	x	x	A	72.72	
Anocynaceae	<i>Aspidosperma australe</i> Muell. Arg.	.	.	.	x	.	x	.	.	.	.	.	A	27.27
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspidis</i> Reiss.	.	x	x	x	x	.	x	x	x	x	x	A	81.81	
	<i>Ilex theezans</i> Mart. ex. Reiss.	.	.	.	x	.	.	.	x	x	x	.	A	36.36	
	<i>Ilex dumosa</i> Reiss	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	18.18
	<i>Ilex paraequariensis</i> St.-Hil.	.	x	.	.	x	x	.	x	x	.	.	A	45.45	
Araceae	<i>Spathocarpha hastifolia</i> Hooker	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	H	9.09
Araliaceae	<i>Oreobanax permixtum</i> E. March.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.	.	AV	18.18
Araucariaceae	<i>Araucaria aneuitifolia</i> (Bert.) O. Kuntze	.	x	.	x	x	x	x	.	x	x	.	A	63.63	
Aspleniaceae	<i>Asplenium clausenii</i> Hieron	x	x	.	x	.	x	x	.	x	x	x	P	72.72	
	<i>Antigramma milegrama</i> (Sw.) T. Moore	.	.	.	x	x	x	.	.	x	x	x	P	54.54	
	<i>Rumohra adiantiformis</i> (Forst.)Ching.	.	.	x	.	x	x	x	x	x	.	.	P	54.54	
	<i>Asplenium kuntzeanum</i> Klotzch.	x	x	.	P	18.18
	<i>Polystichum montevidense</i> (Srn.) Rosenstock	x	x	P	18.18
Asteraceae	<i>Dasvthvlum brasiliensis</i> (Spreng.) Cabrera	.	x	.	x	x	.	x	.	.	.	x	A	45.45	
	<i>Vernonia discolor</i> Less.	.	.	.	.	x	x	x	x	.	.	.	A	36.36
	<i>Dasvthvlum spinescens</i> (Less.) Cabrera	.	x	.	.	.	.	x	x	.	.	.	A	27.27
	<i>Chaptalia nutans</i> (S.O. Polak)	.	x	.	.	.	.	.	.	x	x	x	H	45.45
	<i>Calvptocarpus biaristatus</i> (DC.) H. Rob.	.	x	.	.	.	x	x	x	.	.	.	H	36.36	
	<i>Adenostema verbesina</i> (L.) O. Kuntze	.	x	.	.	.	x	.	.	.	.	.	H	18.18
	<i>Chaptalia intezerrima</i> Polak	.	x	.	.	.	.	x	.	.	.	.	H	18.18
	<i>Elephantopus mollis</i> H. B. K.	x	x	H	18.18
	<i>Erectites valerianifolia</i> (wolf.) DC.	x	H	9.09
	<i>Galinzoga</i> sp	x	.	.	.	H	9.09
	<i>Lepidoploa balansae</i> (Hieron.)H.Rob.	x	AB	9.09
	<i>Piptocarpa angustifolia</i> Dusen ex Malme	x	A	9.09
	<i>Taraxacum affinalis</i> Weber	x	H	9.09
	Begoniaceae	<i>Begonia cucullata</i> Willd.	x	x	.	.	x	x	.	H	36.36
	Berberidaceae	<i>Berberis laurina</i> Thunb.	x	AB	9.09
Bignoniaceae	<i>Tabebuia alba</i> (Cham.) Sandwith	x	.	.	x	x	.	x	.	x	.	.	A	45.45	
Blechnaceae	<i>Blechnum australe</i> L.	x	x	x	.	x	.	x	x	x	x	x	P	81.81	
	<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.	.	P	18.18
	<i>Blechnum austrobrasiliense</i> Sota	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	P	9.09
Caesalpinaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	.	.	x	.	x	x	x	x	.	.	.	A	45.45	
Celastraceae	<i>Mavtenus ilicifolius</i> Mart. ex. Reiss.	.	.	.	x	x	x	.	.	.	.	x	AV	36.36
Commelinaceae	<i>Tradescantia zebrina</i> Hort. ex. Loud.	.	x	.	x	x	x	x	x	x	x	x	H	81.81	
	<i>Tradescantia fluminensis</i> Vell.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	H	9.09
Cunoniaceae	<i>Lamanonia speciosa</i> (Camb.) L. B. Smith	.	.	.	.	x	x	x	.	.	.	.	A	27.27
Cyatheaceae	<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	AB	9.09
Cyperaceae	<i>Carex phalaroides</i> Kunth	x	.	x	.	x	x	x	x	x	.	x	H	72.72	
	<i>Cyperus miliifolius</i> Poepp. & Kunth	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	9.09
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia selowiana</i> Hooker	.	x	.	.	x	x	x	x	x	x	.	AB	63.63	
Drvopteridaceae	<i>Ctenites submarginalis</i> (Langsd. & Fisch.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	.	.	P	81.81	
Ebenaceae	<i>Dyospiros inconstans</i> Jacq.	.	.	.	.	.	.	x	x	x	.	.	A	27.27
Elaeocarpaceae	<i>Loanea monosperma</i> Vell.	.	x	.	.	.	.	x	.	x	.	.	A	36.36
Ervthroxlveae	<i>Ervthroxlum argentinum</i> O. E. Schultz	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	A	9.09
	<i>Ervthroxlum deciduum</i> St.-Hil.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	9.09
	<i>Ervthroxlum mrsinites</i> Mart.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	AV	9.09
Euphorbiaceae	<i>Acalypha gracilis</i> Spreng.	.	x	.	x	x	x	x	.	x	x	x	AB	72.72	
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	.	x	x	x	.	.	x	x	.	.	.	A	63.63	
	<i>Bernardia vulchella</i> (Baill.)Muell. Arg.	x	.	.	.	x	.	x	x	.	x	x	AB	54.54	
	<i>Sebastiania commersoniana</i> (B.) L.B.Sm. &	.	.	x	x	.	.	x	x	.	.	.	A	54.54	
	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	.	.	.	x	x	.	.	x	.	.	.	A	36.36	
	<i>Stillingia oppositifolia</i> Baill.	x	x	.	.	.	AV	27.27
Fabaceae	<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	x	.	x	x	x	x	.	.	x	x	x	A	72.72	
	<i>Machaerium minutiflorum</i> Tul.	x	.	x	x	x	.	.	.	.	.	x	A	45.45
	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britt.	.	.	x	.	.	.	x	.	.	.	.	AE	27.27
	<i>Ervthrina falcata</i> Benth.	.	x	.	.	x	x	.	.	.	.	.	A	27.27
	<i>Desmodium triarticulatum</i> Malme	x	x	.	.	.	.	x	x	.	x	x	H	63.63
Flacourtiaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	x	x	.	.	.	.	x	x	x	.	.	A	72.72
	<i>Banara tomentosa</i> Clos.	x	x	.	.	x	x	.	.	.	.	x	AV	45.45
	<i>Banara parviflora</i> (A.Grav) Benth.	.	x	.	x	x	.	.	x	.	.	.	AB	36.36	
	<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleum.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	A	9.09
	<i>Casearia</i> sp	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	9.09
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	A	9.09
Icacinaceae	<i>Citronella paniculatum</i> (Mart.) R. A. Howard.	.	.	x	x	x	.	.	.	.	.	x	A	36.36
Labiataceae	<i>Ocimum selloi</i> Benth.	.	x	.	.	.	x	x	.	.	x	.	H	36.36	
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> Nees	.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	A	90.9	
	<i>Nectandra megarbotamica</i> (Spreng.) Mez.	.	x	x	x	x	x	x	.	x	x	x	A	81.81	
	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	.	.	x	x	x	x	x	x	.	x	x	A	72.72	
	<i>Ocotea vulchella</i> (Nees) Mez.	x	x	.	.	.	x	x	x	x	x	x	A	72.72	
	<i>Crvptocaria aschersoniana</i> (Spreng.) Mez.	.	.	.	.	x	.	.	.	x	x	x	A	45.45
	<i>Ocotea mvcobotrvs</i> (meissn.) Mez.	.	.	.	.	x	.	.	.	x	x	.	A	27.27
	<i>Strvchnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	.	.	.	x	x	x	.	.	.	.	.	AE	45.45
Loganiaceae	<i>Pavonia sepium</i> St.-Hil.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	18.18
	<i>Sida acuta</i> Burm. F.	.	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	H	18.18

3º Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal

Melastomataceae	<i>Miconia hvemalis</i> St.-Hill. & Neud.	x	x	.	.	.	x	x	x	x	x	x	AB	72.72
	<i>Leandra reynelii</i> (triana) Cogn.	.	.	.	.	x	x	x	x	.	.	.	AB	36.36
	<i>Leandra riograndensis</i> (Brade) Wurdack	.	.	.	.	.	x	x	.	x	.	.	AB	27.27
	<i>Leandra xanthocomma</i> (Neud.)Cogn.	.	.	.	.	.	x	.	x	.	.	.	AB	18.18
	<i>Miconia cinerascens</i> Mia.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	AB	9.09
	<i>Miconia inconspicua</i> Mia.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	AB	9.09
Meliaceae	<i>Cedrella fissilis</i> Vell.	.	.	.	x	x	x	x	.	.	.	.	A	36.36
	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	.	.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	AV	27.27
Mimosaceae	<i>Inga vera</i> Willd.	.	.	x	x	.	x	x	.	.	.	x	A	54.54
	<i>Parapiptadenia rieida</i> (Benth.) Brenan	.	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	A	18.18
	<i>Albizia sp</i>	.	.	x	x	.	.	x	.	.	.	.	A	27.27
	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	A	18.18
	<i>Inga virescens</i> Benth.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	A	9.09
Monimiaceae	<i>Mollinedia calodonta</i> Perkins	.	.	.	.	.	.	x	x	.	x	.	AV	27.27
	<i>Mollinedia elegans</i> Tul.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	AV	18.18
Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.)Burger. Lani. &	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	AV	18.18
Mvrsinaceae	<i>Mvrsine ferruginea</i> (Ruiz & Pavon) Mez.	x	x	x	.	x	x	x	x	x	.	.	A	81.81
	<i>Mvrsine umbellata</i> (Mart. ex. A. DC.) Mez.	x	.	.	x	x	x	x	.	x	.	.	A	72.72
	<i>Mvrsine laetevirens</i> Mez.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	A	27.27
Mvrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg.	x	x	x	x	x	x	x	x	.	.	.	A	81.81
	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (H.B.K.) Berg.	x	x	x	.	x	x	x	.	.	.	x	A	72.72
	<i>Calvtranthos concinna</i> DC.	.	x	.	x	.	x	.	.	x	.	.	A	45.45
	<i>Eugenia uniflora</i> Linn.	.	.	x	x	.	.	.	.	x	x	.	A	45.45
	<i>Mvrciaria delicatula</i> (DC.) Berg.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	x	x	A	45.45
	<i>Mvrciaria tenella</i> (DC.) Berg.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	A	36.36
	<i>Myrceugenia euosma</i> (Berg.) Legrand	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	AV	18.18
	<i>Mvrcia bombycina</i> (Berg.) Kiaersk.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	AV	18.18
	<i>Eugenia involucreta</i> DC.	.	x	x	x	.	x	x	.	.	.	x	A	63.63
	<i>Eugenia pvriiformis</i> Camb.	.	.	x	x	x	.	x	x	.	.	x	A	54.54
	<i>Acca selowiana</i> (Berg.) Burret	.	.	.	x	.	.	.	.	.	x	.	AV	27.27
	<i>Mvrcia plinioides</i> DC. Legrand	.	.	.	.	x	x	.	.	.	.	.	AV	27.27
	<i>Mvrcia laeana</i> D. Legrand.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	AV	18.18
	<i>Calvtranthos lucida</i> Mart. ex. DC.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	9.09
	<i>Eugenia floribunda</i> (W. & W.) Berg.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	A	9.09
	<i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	A	9.09
	<i>Mvrcuegenia glaucescens</i> (C.)D.L. & K.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	AV	9.09
	<i>Mvrcuegenia ovata</i> Hook. & Arn.) Berg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	AV	9.09
	<i>Mvrcuegenia oxvsepala</i> (Burret) D. Legr. et	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	AV	9.09
	<i>Mvrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	AV	9.09
	<i>Mvrcia oligantha</i>) O. Berg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	A	9.09
	<i>Mvrcianthes gigantea</i> (Legr.) Legr.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	9.09
	<i>Mvrcianthes pungens</i> (Berg.) Legrand	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	A	9.09
	<i>Mvrhinium attopobureum</i> Schott.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	A	9.09
Palmae	<i>Svaerus romanzofianum</i> (Cham.)	.	.	x	x	.	x	x	x	.	.	x	A	54.54
Phvtolacaceae	<i>Phvtolacca dioica</i> Linn.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	A	9.09
Piberaceae	<i>Piper mikanianum</i> (Kunth) Steud	.	.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	AB	81.81
	<i>Piper gaudichaudianum</i> (Kunth) Kunth ex. C.	.	.	.	.	x	x	.	x	x	x	.	AB	45.45
	<i>Peperomia sp</i>	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	H	9.09
	<i>Piper amalago</i> (Jaca.) Yuncker	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	AB	9.09
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Lam.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	H	18.18
Poaceae	<i>Panicum millegrana</i> Poir	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	.	H	100
	<i>Oplismenus setarius</i> Kunth	x	.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	H	54.54
	<i>Panicum missionum</i> Ekman	x	.	x	.	.	.	.	.	.	x	.	H	45.45
	<i>Ichnanthus pallens</i> (Sw.) Munro ex. Benth.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	H	27.27
	<i>Chusquea sp.</i>	.	.	.	.	.	x	x	.	.	x	.	AB	45.45
	<i>Gadua sp</i>	.	.	x	.	.	.	.	.	.	x	.	AB	45.45
	<i>Bambusa sp</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	AB	18.18
	<i>Homolensis glutinosa</i> (Sw.)Munro ex Benth.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	H	18.18
	<i>Axonopus compressus</i> Beauv.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	9.09
	<i>Cortadelia selloana</i> (Schult.) Aschers. &	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	9.09
	<i>Festuca sp</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	9.09
	<i>Gadua taauora</i> (Nees) Kunth.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	9.09
	<i>Melica sarmentosa</i> Nees	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	9.09
	<i>Paspalum urvillei</i> Steud	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	9.09
Podocarpaceae	<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzch.	x	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.	A	36.36
Polvodiaceae	<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.)C.Presl.	.	.	.	.	x	.	.	.	x	.	.	P	27.27
Proteaceae	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	x	A	45.45
Pteridaceae	<i>Adiantum radianum</i> C. Presl.	.	.	x	x	x	x	x	x	x	x	.	P	90.9
	<i>Pteris deflexa</i> Link	.	.	.	x	x	x	x	x	x	.	.	P	72.72
	<i>Adiantonsis chlorofila</i> (Sw.) Fee	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	P	27.27
	<i>Pteris scandens</i> Kaulf.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	P	9.09
Rhamnaceae	<i>Scutia buxiflora</i> Reiss	.	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	A	27.27
	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	AB	45.45
Rosaceae	<i>Prunus subcoriaceae</i> (Chod. & Hassl.) Koehne	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	A	90.9
	<i>Ouilleia brasiliensis</i> Mart.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	A	90.9
	<i>Rubus sellowii</i> Cham. & Schlecht.	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	AE	54.54
	<i>Rubus ervthroclados</i> Mart.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	AE	27.27
	<i>Prunus sellowii</i> Cham. & Schlecht.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	18.18
Rubiaceae	<i>Rudgea parauoides</i> (Cham.) Muell.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	AB	63.63
	<i>Psychotria levocarpa</i> Cham. & Schlect.	.	.	.	x	x	x	.	.	.	.	.	AB	27.27
	<i>Cococvpselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pavon)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	9.09
	<i>Cococvpselum condalis</i> Pers.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	9.09
	<i>Diodia alata</i> Nees & Mart.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	9.09
	<i>Galium hipocarpium</i> (L.) Endl.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	9.09
	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	9.09
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	A	90.9
	<i>Zanthoxylum naranillo</i> Griseb	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	36.36
	<i>Zanthoxylum hvemalis</i> St.-Hil.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	18.18
	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lemaire	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	AV	9.09

LONGHI, S. J. **Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do Rio Passo Fundo-RS.** 1997. Curitiba., Universidade Federal do Paraná. (Tese de Doutorado em Ciências Florestais), 193 p. 1997.

LEITE, P. F., KLEIN, R. M. **Vegetação.** In: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro. p.113-150. 1990.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Livraria Selbach, 456 p. 1956.

REITZ, R. , KLEIN, R. M. Araucariáceas In: R. Reitz. **Flora Ilustrada Catarinense.** “Herbário Barbosa Rodrigues”, p. 1–62. 1966.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.; KLAMT, E. et al. **Solos do Rio Grande do Sul.** EMATER-RS/UFGRS. Editora UFGRS. Porto Alegre. 2002. 188 p.

QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA E DO CARBONO NOS RESÍDUOS DA COLHEITA DE UMA FLORESTA DE *Pinus elliottii* ENGELM. AOS 20 ANOS DE IDADE.

BIOMASS AND CARBON QUANTIFICATION IN RESIDUES OF *Pinus elliottii* ENGELM. FROM FOREST CROP TO THE 20 YEARS OF AGE.

Denise Ester Ceconi¹ Mauro Valdir Schumacher² Igor Poletto¹ Daniel Wappler¹ Danira Padilha¹ Darian Girelli¹ Diógenes Oliveira¹ Douglas Lazaretti¹ Eudes Alves¹ Everton Poelking¹.

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo quantificar a biomassa e o carbono no resíduo de uma floresta de *Pinus elliottii* aos 20 anos de idade. Para isso foram instaladas aleatoriamente 3 parcelas de 20 m x 15 m para realizar o inventário florestal do povoamento, onde foram medidos todos os DAP's e altura das árvores. A partir deste, foram definidos o intervalo e conseqüente número de classes de diâmetro. De posse dos dados do inventário das parcelas, foi possível o estabelecimento de 4 classes de diâmetro, em cada uma das classes foram abatidas 3 árvores, totalizando 12. As árvores abatidas foram seccionadas nos diâmetros 12 cm, 8 cm e 6 cm e separadas em seus respectivos componentes, os quais tiveram seus pesos úmidos determinados a campo em balança de gancho e, após, foram retiradas amostras para cada indivíduo abatido, totalizando 36 amostras. Com o auxílio de balança de precisão, foram pesadas as amostras para a determinação do teor de umidade. As amostras foram levadas para o laboratório de Ecologia Florestal, onde foram colocadas em estufa de circulação e renovação de ar para secagem, a uma temperatura de 75 °C, por aproximadamente 72 horas. Posteriormente, foram pesadas, cortadas em pequenos cavacos e moídas em moinho tipo Wiley, sendo, então, submetidas à análise de carbono. O maior teor de carbono ocorreu nas acículas, com 445,56 g/kg. Nos galhos, foram encontrados 422,79 g/kg, e na madeira das ponteiros 415,55 g/kg de carbono. Tanto para a biomassa seca como para a quantidade de carbono, os galhos apresentaram maiores valores. A componente acícula apresentou 13,8 Mg ha⁻¹ de biomassa seca e 6,15 Mg ha⁻¹ de carbono, os galhos apresentaram 33,07 Mg ha⁻¹ de biomassa seca e em 13,93 Mg ha⁻¹ de carbono, para a madeira das ponteiros obteve-se um total de 22,58 Mg ha⁻¹ de biomassa seca e 9,38 Mg ha⁻¹ de carbono. Se no momento da colheita do fuste for aproveitado um diâmetro mínimo de 12 cm, a biomassa do resíduo proveniente da madeira das ponteiros será de 22,58 Mg ha⁻¹ e o estoque de carbono de 6,51 Mg ha⁻¹, se for aproveitado o fuste até um diâmetro mínimo de 8 cm este valor baixará para 4,97 Mg ha⁻¹ para a biomassa e 2,07 Mg ha⁻¹ para o carbono, colhendo o fuste até 6 cm de diâmetro, ter-se-á um valor para a biomassa de apenas 1,94 Mg ha⁻¹ e de 0,80 Mg ha⁻¹ de C.

Palavras-chave: Biomassa, Carbono, *Pinus elliottii*

ABSTRACT

The present study had for objective to quantify the carbon biomass in a forest residue of *Pinus elliottii* to the 20 years of age. To accomplish the forest settlement inventory were installed aleatoric 3 portions of 20m x 15 m. All the chest height diameter (DAP) and trees height were measured. Trough this, were defined the interval and consequent number of diameter classes. In Ownership of the inventory data portions, it was possible the establishment of 4 diameter classes, in each one of the classes were chop 3 trees, totaling 12. The felling trees were split up in the diameters of 12 cm, 8 cm and 6 cm and separate in their respective components, which had their certain humid weights to field in hook scale and, after, samples were removed for each individual chopped, totaling 36 samples. With the scale precision, were weighing the samples for the humidity tenor determination. The samples were taken to the laboratory of Forest Ecology, where they were put in renewal air oven circulation for drying, on 75 °C of temperature, for approximately 72 hours. Later, they were weight, cut in small shavings and crush in Wiley type mill, being, then, submitted to the analysis of carbon. The largest tenor of carbon happened in the needles, with 445,56 g/kg. In the branches, it were found 422,79 g/kg, and 415,55 g/kg of carbon in the wood peak. As much for the dry biomass as for the amount of carbon, the branches presented larger values. The needle component presented 13,8 Mg ha⁻¹ of dry biomass and 6,15 Mg ha⁻¹ of carbon, the branches presented 33,07 Mg ha⁻¹ of dry biomass and 13,93 Mg ha⁻¹ of carbon. For the wood peaks was obtained a total of 22,58 Mg ha⁻¹ of dry biomass and 9,38 Mg ha⁻¹ of carbon. In the crop moment of the stem on the minimum diameter of 12 cm, the wood peaks biomass originating from residue will take advantage of 22,58 Mg ha⁻¹ and the carbon stock of 6,51 Mg ha⁻¹, if advantage the stem until a minimum diameter of 8cm this value will lower for 4,97 Mg ha⁻¹ for the biomass and 2,07 Mg ha⁻¹ for the carbon, picking the stem up to 6 cm of diameter, a biomass value will be had only of 1,94 Mg ha⁻¹ and 0,80 Mg ha⁻¹ of carbon.

Key words: Biomass, Carbon, *Pinus elliottii*

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil, E-mail: dceconi@mail.ufsm.br

² Dr. nat. techn., Professor Adjunto do DCFL – CCR – UFSM.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas florestais contêm cerca de 90% da biomassa da Terra e cobrem aproximadamente 40% de sua superfície (Gardner & Mankin, 1981). A biomassa representa a matéria orgânica armazenada no ecossistema. Com a informação sobre a biomassa orgânica e sua concentração de elementos minerais pode-se calcular o reservatório dos nutrientes minerais da floresta (Golley *et al.*, 1975).

A estimativa da biomassa é um instrumento útil na avaliação de ecossistemas, conversão de energia e ciclagem de nutrientes (Golley *et al.*, 1971), absorção e armazenagem de energia solar (Andrae & Krapfenbauer, 1983), fornecendo informações que facilitam a utilização racional dos mesmos. O acúmulo de biomassa é afetado por fatores que possuem relação com a fotossíntese e a respiração (Kramer & Kozlowski, 1972), incluindo o clima, o sítio, a adaptação genética da espécie, estágio sucessional e competição.

Quanto aos fatores que afetam a produção de biomassa arbórea, Spurr & Barnes *apud* Campos (1991) relatam que seu acúmulo é diferente em cada local de medição; essa variação tem por causas diversos fatores ambientais e fisiológicos, este último referente à própria planta. Existe uma relação entre biomassa e produtividade primária, conhecida como acúmulo de biomassa. Esta relação é geralmente baixa em florestas jovens de rápido crescimento, e superior onde requer mais energia para manter o alto estoque de biomassa existente.

Existem discrepâncias sobre o papel no ciclo global de carbono das plantações florestais. O Movimento Mundial pela Floresta Natural considera que as plantações são um prejuízo ambiental e social para a humanidade, de modo que existem incertezas em relação à suposição de que as plantações são, em todo lugar, sumidouros de carbono por um lapso maior que o período de crescimento acelerado. Para Price & Apps (1996), citados por Meyer & Kanninen (1998), em geral as plantações florestais logram os maiores níveis de fixação anual de carbono. Eav *et al.* (2000), citado por Barra (2004), cita que plantações norte americanas de 30 anos de idade de *P. taeda*, apresentam em média 87% a mais de conteúdo de carbono que florestas naturais em sítios comparáveis.

Um dos aspectos mais relevantes nos estudos de fixação de carbono em florestas é a variável biomassa, a qual precisa ser determinada e estimada de forma fidedigna, caso contrário não haverá consistência na quantificação do carbono fixado nos ecossistemas florestais (Sanquetta, 2002). Dessa forma é possível estimar o armazenamento de carbono atmosférico na biomassa, em processos de florestamentos. A quantidade e o tipo de biomassa estão diretamente ligados à ocorrência de incêndios. O material combustível que mais contribui para a modificação da intensidade do fogo e da sua velocidade de propagação possui diâmetro igual ou inferior a 1,0cm (Brown, 1973).

O presente trabalho teve como objetivo estimar a biomassa e a quantidade de carbono no resíduo da colheita de uma floresta de *Pinus elliottii* aos 20 anos de idade.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Após a ECO-92, novas políticas conservacionistas estão sendo executadas no mundo, com o intuito de frear o avanço do aquecimento global. Dentre estas políticas Soares & Oliveira (2002) destaca: a) a redução das emissões por queima de combustíveis fósseis; b) a redução da queima do material vegetal; e c) o seqüestro de carbono através do plantio e manejo das florestas. Considerando que a redução da queima de combustíveis fósseis implica desaquecimento da economia de países desenvolvidos e que as mudanças no uso da terra, principalmente devido aos desmatamentos, dificilmente deixarão de ocorrer, tendo em vista o crescimento da população mundial e a necessidade de abertura de novas áreas para atividades agrícolas e de pecuária, o seqüestro de carbono por florestas torna-se uma atividade econômica atrativa, desde que remunerada adequadamente, e ambientalmente correta, do ponto de vista do seqüestro do carbono atmosférico.

Apesar do carbono ser encontrado na forma inorgânica e orgânica as florestas são importantes para o equilíbrio de carbono a nível mundial. As florestas estocam tanto na biomassa acima como abaixo do solo mais carbono que atualmente existe em relação ao estoque de carbono na atmosfera. Isso é justificado em função das florestas cobrirem cerca de 30% da superfície da terra e fixar em torno de 85% do carbono orgânico.

Em decorrência dos fatos apresentados, surgiram diversas oportunidades que incorporaram o carbono, gás de circulação mundial, no contexto ecológico e econômico do mundo. Empresas multinacionais já investem em reflorestamentos visando o seqüestro do carbono em outros territórios, a fim de melhorar sua imagem no mercado, podendo gerar, em futuro próximo, produtos “ecologicamente corretos” ou “sustentáveis”. Países poderiam “pagar” para poluir, comprando créditos de carbono seqüestrado para compensar o excedente das suas emissões. Tudo isso nos leva a crer que o carbono possa ser estruturado em forma de commodities, comercializáveis nas bolsas de ações.

Watzlawick *et al.* (2002) expõe que estudos realizados com florestas (e espécies) nativas ainda são poucos, devido talvez à complexidade do ecossistema. Mesmo assim não invalida, nem desmerece a importância da participação das mesmas no processo de fixação de carbono, através da conservação das florestas com o manejo sustentado, gerando benefícios ambientais pela conservação da floresta e de toda sua biodiversidade e também de benefícios socioeconômicos, pela geração de emprego e renda, bem como através da recomposição de áreas degradadas, filtros biológicos para purificação da água ou a realização de projetos que se relacionem com extrativismo de produtos não-madeiráveis.

Sendo a matéria orgânica uma das fontes de entrada de carbono orgânico a mesma é resultante, principalmente, conforme Bayer; Mielniczuk, 1999, a partir da deposição de resíduos de origem animal e vegetal. Esses resíduos ao serem depositados sofrem inicialmente decomposição parcial pela mesofauna e, posteriormente, ação decompositora dos microorganismos. Parte do carbono presente nos resíduos é liberado para atmosfera como dióxido de carbono, e o restante passa a fazer parte da matéria orgânica, como um componente do solo (Caldeira *et al.*, 2002). O autor continua dizendo que em solos que não recebem aplicações de esterco ou outros materiais orgânicos, o carbono orgânico é adicionado através da degradação de raízes e dos resíduos vegetais que retornam ao solo anualmente (serapilheira).

Andrae (1983) e Schumacher (1996) comentam que durante a fase inicial de desenvolvimento de uma floresta uma grande parte dos carboidratos é canalizada para a produção de biomassa da copa. Entretanto, com o passar do tempo, quando as copas começam a competir entre si, a produção relativa do tronco aumenta e a das folhas e ramos diminuem gradativamente.

Apesar da indiscutível importância sócio-econômica exercida pelo cultivo de *Pinus* spp. e da importância da avaliação da biomassa em um povoamento florestal, os conhecimentos sobre a dinâmica da espécie são pouco desenvolvidos no nosso país.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizado no município de Santa Maria – RS, entre as coordenadas 29 °45 ' S e 53 °43 ' W. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, sub tropical (Moreno, 1961), sendo as temperaturas médias anual de 17,9 °C e 19,2 °C, sendo a máxima de 24 °C em janeiro e a mínima de 13 °C em julho. As chuvas são bem distribuídas durante todo o ano. A precipitação média está em torno de 1400mm – 1760mm.

De acordo com Sartori (1979), a região de Santa Maria está situada praticamente na zona de transição entre a depressão periférica Sul-Rio-grandense, também conhecida como Depressão Central e a escarpa arenito-basáltica do Planalto Meridional Brasileiro. A leste, nordeste e sudeste da cidade, em meio à área sedimentar, destacam-se vários morros testemunhas da Serra Geral, capeados por rochas basálticas e granófiros que atuaram como camadas mantenedoras da topografia.

O solo pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, caracterizado como Argissolo Vermelho-amarelo Distrófico Arênico. São solos geralmente profundos a muito profundos e bem drenados, apresentando um perfil com uma sequência de horizontes A-Bt-C ou A-E-Bt-C, onde o horizonte Bt é do tipo B textural, contendo argila com baixa CTC. São solos que apresentam baixa fertilidade natural e susceptibilidade à erosão hídrica (Streck *et al.*, 2002).

O sub-bosque apresenta um estrato herbáceo composto de gramíneas, como capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e pteridófitas. No estrato arbustivo foram observadas espécies como pitangueira (*Eugenia uniflora*), pessegueiro-do-mato (*Prunus myrtifolia*), erva-mate (*Ilex paraguariensis*), carvalinho (*Casearia decandra*), canjerana (*Cabralea canjerana*), cedro (*Cedrela fissilis*), camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*), entre outras.

Foram instaladas aleatoriamente 3 parcelas de 20 m x 15 m para realizar o inventário florestal do povoamento, onde foram medidos todos os dap's e altura das árvores. A partir deste, foram definidos o intervalo e consequente número de classes de diâmetro. De posse dos dados do inventário das parcelas, foi possível o estabelecimento de 4 classes de diâmetro. Em cada uma das classes foram abatidas 3 árvores, sendo uma no limite inferior, outra no central e a última no superior, totalizando 12 árvores. Estas foram fracionadas em acículas, galhos e madeira das ponteiros, de acordo com o Quadro 1.

QUADRO 1 - Metodologia específica da quantificação da biomassa de acículas, galhos e madeira das ponteiros em três posições, em estudo realizado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, no ano de 2004.

Componentes amostrados	Diâmetro (cm)
Galhos, acículas e madeira das ponteiros	12 – 8
Galhos, acículas e madeira das ponteiros	8 – 6
Galhos, acículas e madeira das ponteiros	6 até o ápice

As árvores abatidas foram seccionadas nos diâmetros 12 cm, 8 cm e 6 cm e separadas em seus respectivos componentes, os quais tiveram seus pesos úmidos determinados a campo em balança de gancho e, após, foram retiradas amostras para cada indivíduo abatido, totalizando 36 amostras. Com o auxílio de balança de precisão, foram pesadas as amostras para a determinação do teor de umidade.

As amostras foram levadas para o laboratório de Ecologia Florestal, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade federal de Santa Maria, onde foram colocadas em estufa de circulação e renovação de ar para secagem, a uma temperatura de 75 °C, por aproximadamente 72 horas. Posteriormente, foram pesadas, cortadas em pequenos cavacos e moídas em moinho tipo Wiley, sendo, então, submetidas à análise de carbono. As análises de

determinação de carbono foram realizadas conforme a metodologia descrita por Tedesco *et al.* (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi realizada a Análise da Variância dos resultados obtidos na determinação do teor de carbono. O coeficiente de variação observado para o experimento foi de 4,30 %, o que atesta a confiabilidade dos resultados verificados. A média geral do experimento foi igual a 427,96 e o desvio padrão igual a 18,39. A tabela 1 mostra a Análise da Variância.

TABELA 1. Análise da Variância verificada na determinação do teor do carbono em amostras de acículas, galhos e madeira das ponteiros para *Pinus elliottii*.

Causas da variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	5884,78	2942,39	8,70 **
Erro	33	11164,45	338,31	-
Total	35	1749,23	-	-

Onde: Tratamentos: acículas, galhos e madeira das ponteiros. Desvio padrão = 18,39; erro padrão da média = 5,30; média geral do ensaio = 427,96; coeficiente de variação = 4,30 %.

** - diferença mínima encontrada ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

Conforme a Tabela 1, observa-se que as médias dos tratamentos diferiram significativamente ao nível de 5 % de probabilidade de erro; assim, realizou-se a análise das médias pelo teste de Tukey, conforme se observa na Tabela 2.

TABELA 2 - Análise das médias verificadas na determinação do teor do carbono em amostras de acículas, galhos e madeira das ponteiros para *Pinus elliottii*.

Tratamentos	Médias
Acículas	445,56 a
Madeira das ponteiros	422,79 b
Galhos	415,55 b
DMS	18,43

Onde: DMS – diferença mínima significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Médias não seguidas por mesma letra diferem significativamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

De acordo com o exposto na Tabela 2, observa-se que o tratamento composto por acículas apresenta o maior teor de carbono. Quanto à madeira e aos galhos, suas médias não diferiram significativamente pelo teste de Tukey, porém, verifica-se que no tratamento galhos, as médias são inferiores às observadas na madeira das ponteiros.

O fato de as acículas conterem o maior percentual de carbono pode estar associado à presença de maior quantidade de células vivas que tendem a acumular maiores quantidades de nutrientes, em razão dos processos de transpiração e fotossíntese (Kozłowski *apud* Schumacher & Caldeira, 2001).

Nos Quadros 2 e 3 que seguem, podemos observar a quantidade de biomassa e o estoque de carbono, respectivamente, em função da intensidade de colheita do fuste de *Pinus elliottii*.

QUADRO 2 - Quantidade de biomassa no resíduo em função da intensidade de colheita do fuste de *Pinus elliottii* aos 20 anos de idade.

Intensidade de colheita	Biomassa (Mg ha ⁻¹)			
	Acículas	Galhos	Madeira da Ponteira	Madeira da Ponteira (%)
Diâmetro aproveitável até 12 cm	-	-	15,67	69,40 %
Diâmetro aproveitável até 8 cm	-	-	4,97	22,01 %
Diâmetro aproveitável até 6 cm	-	-	1,94	8,59 %
Total (Mg ha ⁻¹)	13,80	33,07	22,58	69,45 Mg ha ⁻¹
Total (%)	19,87 %	47,62 %	32,51 %	100 %

QUADRO 3 - Estoque de carbono no resíduo em função da intensidade de colheita do fuste de *Pinus elliottii* aos 20 anos de idade.

Intensidade de colheita	Carbono (Mg ha ⁻¹)			
	Acículas	Galhos	Madeira da Ponteira	Madeira da Ponteira (%)
Diâmetro aproveitável até 12 cm	-	-	6,51	69,40 %
Diâmetro aproveitável até 8 cm	-	-	2,07	22,07 %
Diâmetro aproveitável até 6 cm	-	-	0,80	8,53 %
Total (Mg ha ⁻¹)	6,15	13,93	9,38	29,46 Mg ha ⁻¹

Conforme pode ser verificado no Quadro 2, as acículas apresentaram 13,80 Mg ha⁻¹ de biomassa, o que corresponde a 19,87% do total da biomassa encontrada no resíduo proveniente da colheita de *Pinus elliottii* com 20 anos de idade. Os galhos com uma quantidade de biomassa de 33,07 Mg ha⁻¹, ou seja, 47,62% do total, correspondem a maior fração da biomassa do resíduo, seguido pela madeira das ponteiras que apresentou 22,58 Mg ha⁻¹ (32,51% do total), isso se for considerada a colheita até um fuste aproveitável de 12 cm.

No Quadro 3, observa-se que as acículas apresentaram 6,15 Mg ha⁻¹ de carbono, os galhos, novamente correspondendo com a maior fração, apresentaram 13,93 Mg ha⁻¹ e a madeira das ponteiras apresentaram 9,38 Mg ha⁻¹ de carbono estocado no resíduo proveniente da colheita de *Pinus elliottii*.

Se no momento da colheita do fuste for aproveitado um diâmetro mínimo de 12 cm, a biomassa do resíduo proveniente da madeira das ponteiras será de 22,58 Mg ha⁻¹ e o carbono que ficará estocado será de 6,51 Mg ha⁻¹, se no entanto for aproveitado o fuste até um diâmetro mínimo de 8 cm este valor baixará para 4,97 Mg ha⁻¹ de biomassa e 2,07 Mg ha⁻¹ de carbono, ou seja, serão quase 70% a menos de madeira das ponteiras que ficarão no resíduo como biomassa e conseqüentemente carbono estocado. Colhendo o fuste até 6 cm de diâmetro, terá-se um valor para a biomassa de apenas 1,94 Mg ha⁻¹ e de estoque de carbono de 0,80 Mg ha⁻¹.

Em estudo conduzido por Schumacher *et al.* (2002), com a espécie *Pinus taeda* L., o acúmulo da biomassa num povoamento aos 20 anos de idade foi de 203,3, 10,9, 47,7 e 8 Mg ha⁻¹, para as frações madeira, casca, galhos e acículas respectivamente, totalizando 270 Mg ha⁻¹.

Curlin (1970) afirma que, geralmente a parte aérea das árvores tem sua biomassa distribuída na seguinte ordem: lenho > galhos > casca > folhas. Entretanto, Pereira *et al.* (1997), para *Acacia mearnsii* constatou valores diferentes na distribuição, tendo madeira > casca > galhos > folhas. Tal variação pode ser atribuída a diferentes fatores como características da espécie, fatores edafoclimáticos.

Em estudo realizado por Schumacher (1992) em *Eucalyptus grandis*, verificou-se que, ao 9 anos de idade, a percentagem da biomassa no tronco (casca + madeira) representam em média 90% do total produzido, enquanto que a copa (folhas + galhos) representaram apenas 10% da biomassa total. Pereira *et al.* (1990), em um povoamento de *Acacia mearnsii* aos 9 anos de idade apresenta dados similares descritos anteriormente.

Copetti (2001), analisou a produção de biomassa acima do solo em um povoamento de *Pinus taeda* com 18 anos de idade onde obteve o valor total de 151,6 Mg ha⁻¹ com os seguintes percentuais com distribuição decrescente de 69% na madeira, 18% nos galhos, 7% na casca e 6 % nas acículas.

Segundo Schumacher *et al.* (2003), verificou uma produção de biomassa acima do solo em um povoamento de *Eucalyptus sp* com 8 anos de idade de 207,76 Mg ha⁻¹, com uma distribuição percentual de 83,44% na madeira, 6,70% na casca, 6,66% nos galhos e 3,2 nas folhas.

O maior percentual de biomassa produzido por um povoamento, segundo Andrae (1983) encontra-se no tronco, pois esta proporção tende aumentar à medida que o povoamento envelhece. Vários autores, entre eles Bellote (2000), Pereira (1984) e Pereira (1990), observaram que ocorre um aumento substancial da proporção de madeira com a idade em relação à matéria seca total.

CONCLUSÕES

O maior teor de carbono ocorreu nas acículas, com 445,56 g/kg. Nos galhos, foram encontrados 422,79 g/kg, e na madeira 415,55 g/kg de carbono.

O teor de umidade médio encontrado foi, 160,96 % nas acículas, 140,92% nos galhos e 144,70% nas ponteiras.

Os galhos apresentaram valores bem superiores aos das acículas e da madeira das ponteiras tanto para a quantidade de biomassa como para a quantidade de carbono.

A componente acícula apresentou 13,80 Mg ha⁻¹ de biomassa e 6,15 Mg ha⁻¹ de carbono.

Os galhos apresentaram 33,07 Mg ha⁻¹ de biomassa e 13,93 Mg ha⁻¹ de carbono.

Se for aproveitado um diâmetro mínimo até 12 cm, a biomassa do resíduo proveniente da madeira das ponteiras será de 22,58 Mg ha⁻¹ e o carbono que ficará estocado será de 6,51 Mg ha⁻¹, se no entanto for aproveitado o fuste até um diâmetro mínimo de 8 cm este valor baixará para 4,97 Mg ha⁻¹ de biomassa e 2,07 Mg ha⁻¹ de carbono.

Colhendo o fuste até 6 cm de diâmetro, biomassa será de 1,94 Mg ha⁻¹ e o estoque de carbono será de 0,80 Mg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRAE, F.; KRAPPENBAUER, A. Inventário de um reflorestamento de araucária de 17 anos em Passo Fundo, RS. Parte II: Inventário de nutrientes. In: **PESQUISAS AUSTRO-BRASILEIRAS 1973-1982 sobre *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii* e *Eucalyptus saligna***. Santa Maria. UFSM, 1983. P 30-35. 112 p.
- BARRA, O. S. V.; ALVAREZ, M. E. M.; SANQUETTA, C. R. Modelagem do conteúdo total de carbono de *P. Taeda* L. Segundo densidade de plantação, índice de sítio e idade, Paraná, Brasil. Disponível em <http://www.remade.com.br/artgostecnicos>. 2004.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.;
- BROWN, A. A. & DAVIS, K. P. **Forest Fire: Control and use**. New York. Negraw-Hill. 686p. 1973.
- BELLOTE, A. F.J.; SILVA, H.D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: (Gonçalves & Benedetti, ed.): **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. pp. 105-133.
- CALDEIRA, M. V. W.; WATZLAWICK, L. F.; SCHUMACHER, M. V.;BALBINOT, R.; SANQUETTA, C. R. Carbono orgânico em solos florestais. In: **As Florestas e o Carbono**, p 191-213. Curitiba, Brasil: 2002.
- CAMPOS, M. A. A. Balanço de biomassa e nutrientes em povoamentos de *Ilex paraguariensis*. Avaliação na safra e na safrinha. Curitiba: UFPR, 1991. 106 p. Dissertação (Mestrado), 1991.
- COPETTI, L., **Produção e distribuição da biomassa em povoamento de *Pinus taeda* L.** Aos 18 anos de idade, na região de Cambará do Sul-RS., 2001. Santa Maria: UFSM.
- CURLIN, J.W. **Nutrient cycling as a factor in site productivity and Forest fertilization**. In YOUNGBERRG, C. T. & C. B. DAVEY. Ed. **Tree growth and forest soil**. Oregon: Oregon State University Press, 1970. p. 313-326.
- GARDNER, R. H.; MANKIN, J. B. Analysis of biomass allocation in forest ecosystems of the IBP. In: REICHLE, P. D. **Dynamic properties of forest ecosystems**. Cambridge, Cambridge University Press. 1981. Cap. 8, 451-497.
- GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J. T.; CLEMENTS, R.G. La biomassa y la estructura mineral de algunos bosques de Darién, Panamá. **Turrialba**. v. 21, n. 2, p. 189-196. 1971.
- GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J. T.; CLEMENTS, R.G.; CHILD, G. L.; DUEVER, M. J. **Mineral cycling in a Tropical Moist Forest Ecosystem**. University of Georgia, 1975.
- HOUGHTON, R. A. As florestas e o ciclo de carbono global: armazenamento e emissões atuais. In: EMISSÃO E SEQUESTRO DE CO² – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, p. 38-76, 1994.
- KRAMER, R. J.; KOSLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Kalouste Gouldbenkian, 1972.
- MEYER, G.; KANNINEN, M. As plantações florestais e o sequestro de carbono em Chile. In: Primeiro congresso Latino americano IUFRO. O manejo sustentável dos recursos florestais: Desafio do século XXI. Valdivia. Anais. 1998.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73p.
- PEREIRA, A. R. **Biomassa e ciclagem de nutrientes nimerais em povoamentos jovens de *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex-Maiden) e *Eucalyptus urophylla*, em região de Cerrado**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1990. 167p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- PEREIRA, A. R. Produção de biomassa e acumulação de nutrientes em florestas de ciclos-curtos. Viçosa: IBDF/SIF, 1984.60p. (relatório).
- SANQUETTA, C. R. *et al.* **As florestas e o carbono**. Ed. Universitária da UFPR. Curitiba. 2002. 265p.
- SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais. In: Simpósio sobre Ecossistemas Naturais do Mercosul: O Ambiente da Floresta, 1. 1996. **Anais...** Santa Maria: UFSM/CEPEF,1996.
- SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA M.V.W. Estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) sub-espécie *maidenii*. **Revista Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 11, n.1, p. 45-53. 2001.
- SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R.; CALDEIRA, M. V. W.; WATZLAWICK, L. F. Estoque de carbono em florestas de *Pinus taeda* L. e *Acacia mearnsii* De Wild. plantadas no Estado do Rio Grande do Sul – Brasil. In: **As**

Florestas e o Carbono, p 141-152. Curitiba, Brasil: 2002.

SHUMACHER, M.V.; HOPPE, J. M.; WITSCHORECK, R.; SALVADEGO, M. **Quantificação do carbono e dos nutrientes em florestas de eucalipto de diferentes idades**. Fatec: UFSM. 2003.121p. (Relatório de Pesquisa).

SARTORI, M. G. B. **O clima de Santa Maria, RS: do regional ao urbano**. 1979. 165 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia – Universidade de São Paulo, São Paulo. 1979.

SOARES, C. P. B.; OLIVEIRA, M. L. R. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, MG. **Revista árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.5, p.533-539, 2002.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D., *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS/UFRGS, 2002. 107 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A., *et al.* **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico n.5).

WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F.; SANQUETTA, C. R.; SCHUMACHER, M. V. Fixação de carbono em floresta umbrófila mista em diferentes estágios de regeneração. In: **As Florestas e o Carbono**, p 153-173. Curitiba, Brasil: 2002.

UMA ABORDAGEM SOBRE TÉCNICAS DE MANEJO FLORESTAL PARA SERRARIA NA ARACRUZ

FOREST MANAGEMENT REGIME FOR SOLIDWOOD PURPOSE AT ARACRUZ: A TECHNICAL APPROACH

Rute Berger³ Romualdo Maestri⁴ Teotônio Francisco de Assis⁵

RESUMO

O desenvolvimento tecnológico tornou-se ferramenta indispensável para a competitividade das empresas e é um dos fatores que asseguram a liderança da Aracruz no mercado de celulose de eucalipto e de produtos de madeira, garantindo alta produtividade e qualidade superior de produtos. Os impactos significativos da qualidade da matéria-prima florestal no processo industrial e no resultado do produto final levam a Aracruz a uma busca constante no aprimoramento de técnicas de manejo e melhoramento florestal através da pesquisa, qualquer que seja o foco do negócio: produzir madeira para obtenção de celulose ou produtos sólidos de alto valor agregado. Este trabalho apresenta uma breve abordagem sobre a aplicação, resultados e implicações dos critérios de manejo para serraria na Aracruz.

Palavras-chave: manejo florestal, produtos sólidos

ABSTRACT

Technological development became a fundamental tool for forestry-based industries to increase their competitiveness. Technology has been one of the main factors responsible for Aracruz to reach the leadership both in eucalypt bleached pulp and solid wood markets, ensuring high operational and forest stand productivity and high quality products. Forestry raw material quality can positively and significantly impact both the industrial process and the product quality. For this reason Aracruz is permanently searching for improvements on forestry management and tree breeding techniques, through research, no matter which of business focus: producing wood to be used in pulp mills or to generate added value wood products. This paper presents a brief approach about applying, results and implications of management criteria for saw timber at Aracruz.

Key words: forestry management, solid wood.

INTRODUÇÃO

A Aracruz Celulose ocupa a posição de maior produtora mundial de celulose branqueada de *Eucalyptus*, respondendo por 31% da oferta global do produto. A capacidade nominal de produção de celulose da Aracruz, que totaliza 2,4 milhões de toneladas anuais, está distribuída por duas unidades fabris: Barra do Riacho (ES) e Guaíba (RS).

No Espírito Santo, a Aracruz opera um complexo fabril de celulose totalmente integrado aos plantios e a um porto privativo especializado, Portocel, através do qual quase toda a produção da empresa é exportada. A Unidade Barra do Riacho reúne três fábricas com capacidade nominal total de 2 milhões de toneladas anuais de celulose. O controle ambiental é assegurado por modernos sistemas de tratamento de emissões, efluentes e resíduos sólidos. Na Unidade Guaíba (antiga Riocell), localizada no município de Guaíba (RS), a Aracruz opera uma fábrica com capacidade nominal para produzir 400 mil toneladas anuais de celulose branqueada de eucalipto, de alta tecnologia, igualmente dotada de avançados recursos de proteção ambiental.

Um terceiro complexo fabril - a Veracel Celulose - está sendo construído no município de Eunápolis, no sul da Bahia, em parceria com a Stora Enso (cada uma com 50% do controle acionário). Com entrada em operação prevista para 2005, a Veracel terá capacidade nominal de 900 mil toneladas anuais de celulose branqueada de eucalipto.

Outra empresa do grupo, a Aracruz Produtos de Madeira, uma unidade industrial de alta tecnologia localizada no extremo-sul da Bahia, fornece produtos sólidos de madeira de alta qualidade provenientes de plantios de eucalipto, destinados às indústrias de móveis e design de interiores, do Brasil e do exterior. As operações iniciaram-se em 1999 e a produção anual de Lyptus[®] é de cerca de 45 mil m³ para um consumo de aproximadamente 96 mil m³ de madeira roliça de alto valor agregado.

A base florestal da Aracruz está distribuída nos Estados do Espírito Santo, Bahia, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, e conta com aproximadamente 223 mil hectares de plantios de eucalipto (agosto/2004), destinados a atender às

³ Engenheira Florestal, ARACRUZ CELULOSE S.A. – CEP 92500-000 – Guaíba – RS

⁴ Engenheiro Florestal, ARACRUZ CELULOSE S.A. – CEP 29197-900 – Barra do Riacho – ES.

⁵ Engenheiro Florestal, ARACRUZ CELULOSE S.A. – CEP 92500-000 – Guaíba – RS.

demandas fabris. Intercalados a estes plantios estão cerca de 126 mil hectares de reservas nativas, mantidos para assegurar a preservação dos ecossistemas naturais. O compromisso da empresa com o desenvolvimento sustentável reflete-se nas práticas de manejo dos plantios de eucalipto e na preservação dos ecossistemas naturais.

Desde a sua fundação, a Aracruz esteve focada exclusivamente na produção de celulose, sendo as florestas manejadas com o objetivo de maximização da produção. Com a decisão de ingressar no mercado de produtos sólidos de madeira, foi necessário modificar os critérios de manejo para atender a nova demanda, ou seja, a produção de madeira de grandes dimensões e de alto valor agregado.

Neste contexto, apresenta-se neste artigo uma breve abordagem sobre as técnicas de manejo florestal para produção de madeira serrada aplicadas na Aracruz, suas implicações práticas e os conceitos básicos que as sustentam.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dinâmica de copas e o manejo florestal

O crescimento das árvores está diretamente relacionado ao tamanho e volume das copas, uma vez que, é resultado da assimilação de carbono no processo de fotossíntese. Copas amplas e densas são capazes de captar mais radiação e de convertê-la em maior quantidade de carbono assimilado, gerando maior acúmulo de biomassa.

Este processo mantém-se em plena atividade até o fechamento do dossel, caracterizado pelo encontro das copas, quando há uma mudança significativa no desenvolvimento da árvore. As partes mais baixas da copa ficam sombreadas, comprometendo a assimilação de carbono e provocando o início do processo de senescência de folhas e ramos (Montagu et al., 2003). O aumento do espaço vital seja, pela adoção de espaçamentos iniciais mais amplos ou pelas intervenções de desbaste, permite postergar este processo, prolongando os saldos positivos de assimilação de carbono e o maior acúmulo de biomassa.

Segundo Schneider (1993), na maioria das vezes existe uma relação linear entre diâmetro do fuste (DAP) e diâmetro de copa. Nutto & Maestri (2002) encontraram uma correlação significativa ($r=0,79$) entre o DAP e a copa de árvores de *Eucalyptus sp.*, em várias idades e densidades de plantio. O conhecimento desta relação permite a determinação do espaço vital necessário para atingir um diâmetro objetivo. Além disso, a escolha de intensidades e intervalos de desbaste apropriados proporciona a obtenção de maiores diâmetros e melhoria da qualidade da madeira sem perdas significativas de volume (Assmann, 1970).

Scheeren (2003) ressalta que o dimensionamento do produto final (toras) é consequência das exigências do mercado, sugerindo que o manejador deve programar seu sistema de desbaste ponderando os resultados de diâmetro médio esperado e as perdas de produção associadas.

Tensões de crescimento e o manejo florestal

As tensões de crescimento são forças desenvolvidas pelas árvores em resposta às condições do meio. As rachaduras decorrentes destas tensões trazem como resultado uma perda significativa de madeira (Jankowsky, 1995), afetando diretamente o aproveitamento industrial. Segundo Touza Vásquez (2001), existem basicamente três condições de crescimento do gênero *Eucalyptus* que definem a formação e distribuição das tensões de crescimento. No primeiro caso (a), uma árvore de alta vitalidade que cresce sob baixa competição possui uma copa simétrica e a inclinação ocasionada pelo vento é reduzida em função da maior estabilidade dimensional. As tensões de crescimento desenvolvem-se com baixa intensidade, causando pouca ou nenhuma rachadura no momento do corte. No segundo caso (b), uma árvore que cresce sob forte competição, mas de forma homogênea, apresenta uma copa pequena e conseqüentemente um diâmetro menor. Em função da sua estrutura, a árvore mostra-se instável e severamente afetada pelos ventos. As tensões de crescimento formadas encontram-se distribuídas homoganeamente, porém em grande quantidade, a fim de estabilizar a árvore. No momento do corte, o estresse entre o centro e a periferia da tora é liberado imediatamente, causando rachaduras profundas. No último caso (c), as condições ambientais forçam o desenvolvimento de uma copa assimétrica e a árvore reage com a formação de madeira de tensão no lado oposto. A distribuição desuniforme e a alta ocorrência de tensões de crescimento provocam rachaduras assimétricas profundas na tora. A observação destes resultados colabora na tomada de decisões de manejo florestal com a finalidade de conjugar crescimento vigoroso com tensões de crescimento reduzidas (Veja Figura 1).

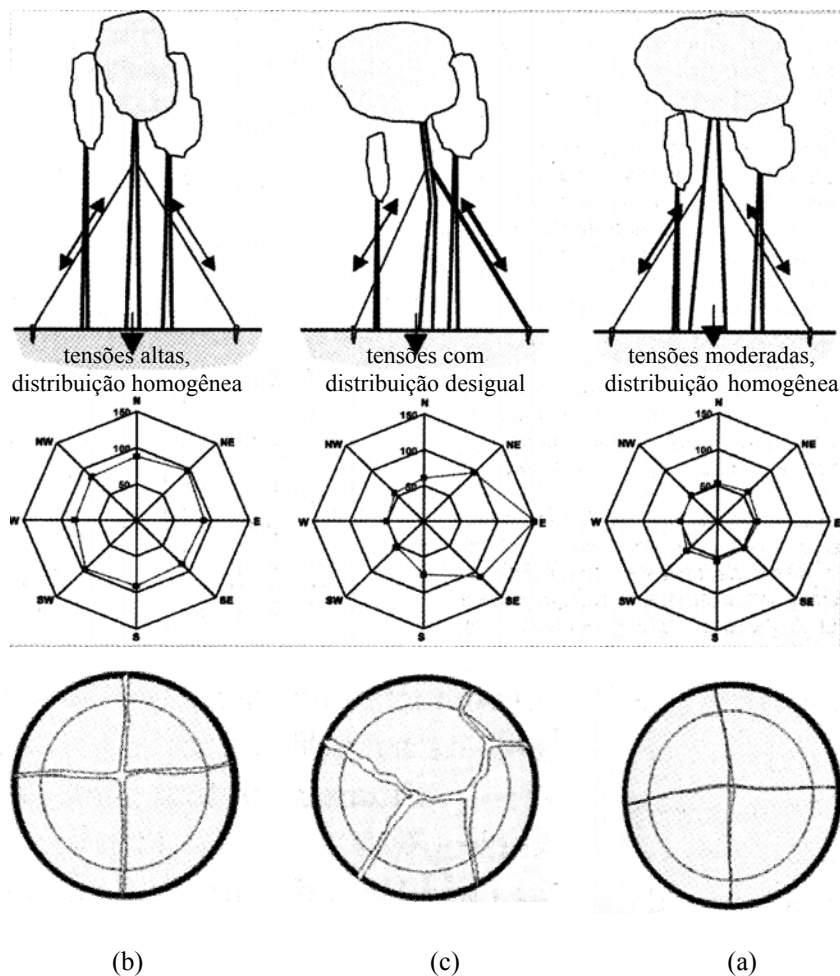


FIGURA 1: Crescimento da árvore e a formação e distribuição das tensões de crescimento no *Eucalyptus*.

MANEJO FLORESTAL NA ARACRUZ

Os plantios da empresa baseiam-se em um programa de melhoramento genético que busca o atendimento das demandas de produtividade florestal e eficiência industrial. Basicamente, os desafios deste programa estão relacionados a: crescimento e capacidade de adaptação das espécies; resistência às doenças; qualidade da fibra; favorabilidade para as operações florestais; rendimento na transformação e redução de custos na transformação. As estratégias para acelerar o crescimento e a qualidade da madeira consideram a utilização da hibridação interespecífica associada à clonagem:

Materiais genéticos localmente adaptados (espécies e clones)

X

Espécies de qualidade da madeira superior

X

Clonagem

↓

Busca da complementaridade em crescimento/adaptação e qualidade da madeira e rápida transformação dos ganhos genéticos em benefícios ao processo produtivo

As mudas são produzidas a partir de mini-estacas de materiais genéticos comprovadamente produtivos. O plantio é estabelecido em uma densidade de 1111 árvores por hectare, onde um programa de fertilização executado ao longo da rotação florestal procura garantir tanto a produção dos plantios atuais como a sustentabilidade produtiva do ecossistema para as produções futuras. Este programa de fertilização está fundamentado em um sistema de mapeamento de solos que permite identificar diferenças ambientais relevantes para definir o planejamento operacional, econômico e de pesquisa da empresa. Aliado a isto, um sistema de monitoramento da fertilidade, através da coleta de amostras de solo e de folhas, e o conhecimento do potencial produtivo de cada local permite racionalizar as recomendações de adubação ao nível de talhão, reduzindo custos e otimizando a produtividade.

Manejo para produção de madeira para celulose

Os plantios comerciais da Aracruz alcançam incrementos médios de até 55m³cc/ha/ano quando manejados para a produção de madeira para celulose, sendo que o IMA médio aos 7 anos é de aproximadamente 40 m³cc/ha/ano. A rotação técnica ideal varia de 5 a 7 anos nas regiões Sudeste/Nordeste e de 6 a 11 anos na região Sul, dependendo da capacidade produtiva do sítio, da rotação e da espécie. Entretanto, a decisão de idade de corte ideal para cada plantio é estabelecida por um complexo sistema de planejamento florestal, baseado em algoritmos de otimização matemática, que considera as demandas fabris, a oferta de madeira, os custos florestais e industriais e o preço dos produtos finais.

Manejo para produção de madeira para serraria

Os plantios da Aracruz foram manejados, entre 1967 e 1996, exclusivamente para a produção de madeira para celulose. Com a decisão da empresa em ingressar no mercado de madeira serrada, foi necessário rever as técnicas de manejo a serem aplicadas. Assim, desde 1996, os plantios da Aracruz são manejados em um regime “multi-produto”, com o objetivo de maximizar a produção tanto em madeira para celulose como para serraria. Este regime permite que uma floresta implantada pela Aracruz tanto possa ser conduzida exclusivamente para produção de madeira para celulose como manejada para produção de toras para serraria. A seleção das áreas para manejo de serraria está condicionada à capacidade produtiva das florestas, determinada por inventários consecutivos, e pelo raio econômico estabelecido. Satisfeitos os critérios descritos, submete-se a floresta a um regime de manejo diferenciado baseado em podas e desbastes sucessivos, conforme apresentado na Tabela 1 (Maestri, 2003).

TABELA 1: Prescrições de manejo para serraria na Aracruz (multi-produto).

Operação	Idade (anos)	Altura de Poda	Árv/ha de poda	Densidade de Plantio 1111	
				Pré	Pós
Plantio				1111	
1ª Poda	1,2 – 2	5	700		
2ª Poda	2,5 – 3	7,8	400		
1º Desbaste	5 – 6			1111	450
2º Desbaste	8 – 9			450	250
Corte Raso	> 15			250	

Neste regime de manejo busca-se a otimização da produção total de madeira por hectare. Assim, obtém-se uma considerável produção de madeira fina nos primeiros desbastes, a qual atende principalmente as necessidades da indústria de celulose. A Tabela 2 apresenta a expectativa de produção média de florestas submetidas a este regime de manejo, para idades de corte final variando entre 10 e 16 anos.

TABELA 2: Produção esperada de madeira sob o regime “multi-produto” para diferentes idades de corte final.

Idade	Operação	Volume de colheita (m ³ /ha)			TOTAL
		Dmín 7 – 30 cm	Dmín 30 – 35 cm	Dmín > 35 cm	
5	Desbaste	110	0	0	110
8	Desbaste	90	0	0	90
12	Corte raso	237	44	2	283
14	Corte raso	245	77	20	342
16	Corte raso	225	114	44	383

Dmín = diâmetro mínimo na ponta fina

Analisando a Tabela 2, pode-se observar que a idade de rotação para obter uma produção significativa de toras com diâmetro mínimo de 30 – 40 cm é alta (maior que 16 anos). O aumento do espaço vital e do ritmo de crescimento causa um efeito na forma do fuste destas árvores. A Tabela 3 mostra a conicidade média das árvores segundo o regime de manejo a que foram submetidas (Maestri, 2003).

TABELA 3: Efeito de diferentes regimes de manejo na conicidade do fuste das árvores, entre as posições do DAP (1,30 m) e 4,15 m de altura (em cm/m).

Regime de manejo	
Multi-produto	Celulose
1,10	0,71

As árvores conduzidas para produção de celulose apresentam forma mais cilíndrica que aquelas manejadas sob regimes de desbaste. Todavia, a maior conicidade das árvores submetidas a um manejo mais intenso é compensada por um crescimento adicional em diâmetro e, conseqüentemente, um acréscimo no valor da madeira.

Atualmente a Aracruz Celulose apresenta uma área de 20,6 mil ha (Maestri, 2003) manejada para produção de madeira de alto valor agregado, localizada no extremo sul do Estado da Bahia, próxima a unidade industrial de serraria da empresa. Embora o regime de manejo adotado, descrito na Tabela 1, atenda as demandas de qualidade e quantidade de matéria prima, requerida pelo processo industrial, alguns inconvenientes técnicos são observados, como:

Na idade do primeiro desbaste (5-6 anos), em um espaçamento inicial de 9 m²/árvore, a relação h/d é superior a 1,5. Com o desbaste as árvores remanescentes apresentam menor estabilidade dimensional e pouca copa para uma rápida recuperação em diâmetro, o que pode implicar em tensões internas indesejáveis;

A diferença entre o diâmetro mínimo médio das toras e o limite mínimo exigido pela serraria é pequena, o que influi no rendimento operacional;

O espaçamento inicial reduzido exige a execução de desbastes sistemáticos, o que implica na retirada de árvores superiores e na distribuição assimétrica das copas das árvores remanescentes, podendo gerar tensões de crescimento indesejáveis.

Este regime, ao produzir grandes quantidades de madeira fina, tende a priorizar o abastecimento da indústria de celulose, o que pode gerar alguns conflitos técnicos, como:

A idade dos desbastes pode ser decidida segundo a necessidade de abastecimento de toretes para celulose e não pelo plano de manejo para obtenção de toras de alto valor agregado;

O programa de melhoramento genético deve considerar somente as características comuns para atender tanto as necessidades de operação/mercado de produtos sólidos como de celulose. As características positivas para o mercado de madeira sólida que apresentam impactos negativos para a celulose não podem ser consideradas no programa.

CONCLUSÕES

Para minimizar as implicações apontadas e, principalmente, objetivando maximizar os recursos existentes, a Aracruz tem envidado esforços de pesquisa em manejo florestal, inclusive relacionando seus impactos na qualidade da madeira. Opções alternativas de manejo que otimizem a produção de madeira de alto valor agregado com qualidade superior (p.ex. baixas tensões e maior estabilidade estrutural da madeira) estão sendo investigadas. Os resultados são preliminares mas já apontam tendências muito positivas. Atualmente encontra-se sob investigação, a análise dos impactos operacionais destas novas opções de manejo.

A melhor estratégia será aquela em que se consiga otimizar a relação custo/benefício de operação e produtos obtidos, em quantidade e qualidade. Para tanto, deve-se levar em consideração fatores como a produção de madeira no tempo, a superfície necessária para obter esta produção e os valores agregados desta madeira, seja no contexto de produção de celulose ou produtos sólidos. Com este foco, a Aracruz visa a sustentabilidade de produção através do aprimoramento de técnicas de silvicultura, manejo e colheita, respeitando o ambiente e a sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSMANN, E. **The Principles of Forest Yield Study**. New York: Pergamos Press, 1970. 506p.

JANKOWSKY, I.P. Equipamentos e processos para secagem de madeiras. In.: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALYPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPEF/IPT/IUFRO/LCF/ESALQ/USP, 1995, p. 109-118.

MAESTRI, R. Criterios de manejo forestal para la producción de madera sólida: el caso Aracruz. In.: JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS, XVIII, 2003, Concordia.

MONTAGU, K., KEARNEY, D. SMITH, G. **Pruning Eucalypts: The biology and silviculture of clear wood production in planted eucalypts**. Rural Industries Research and Development Corporation. Publication No 02/152, 2003. Kingston, Australia. 36p.

NUTTO, L., MAESTRI, R. Growth rate and growth stresses in brazilian eucalypts: preliminary results of growth and quality modeling on an individual tree basis. In.: Workshop Connection between silviculture and wood quality through modelling approaches and simulation software, 4th, 2002, Nancy, France.

SCHEEREN, L.W. **Estruturação da produção de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus saligna* Smith manejados em alto fuste**. Santa Maria: UFSM, 2003. 181 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, 2003.

SCHNEIDER, P.R. **Introdução ao Manejo Florestal**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1993, 348p.

TOUZA VÁSQUEZ, M.C. Proyecto de investigación sobre sistemas de aserrado adecuados para procesar *Eucalyptus globulus* con tenciones de crecimiento. CIS-Madera, Revista del Centro de Innovación y servicios tecnológicos de la madera de Galicia, v.6, p. 8-37, 2001.

QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA E DO CARBONO NO RESÍDUO DE UMA FLORESTA DE *Eucalyptus grandis* AOS 11 ANOS DE IDADE EM DIFERENTES INTENSIDADES DE COLHEITA

QUANTIFICATION OF THE BIOMASS AND OF THE CARBON IN THE RESIDUE OF A FOREST OF *Eucalyptus grandis* TO THE 11 YEARS OF AGE IN DIFFERENT HARVEST INTENSITIES

João Viane M. da Silva⁶ Gelson Pase Dal Ross¹ Fernando Ginepro¹ Fabrício Steffens¹ João Ângelo Vivian¹ Marcos Bortolas¹ Marcos Lorenzon¹ Filipe Marcel Vargas¹ Juliana Stefanelo¹ Mauro Valdir Schumacher².

RESUMO

O presente estudo foi realizado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria/RS, com o objetivo de quantificar a biomassa e o carbono do resíduo de uma floresta de *Eucalyptus grandis*, em diferentes intensidades de colheita. No povoamento, foram instaladas três parcelas com dimensões de 20,0m x 15,0m, em que mensurou-se o DAP (diâmetro a altura do peito) e altura da totalidade de plantas em cada parcela. Após a derrubada das árvores, e com o auxílio de balança de gancho, foram quantificados os componentes: biomassa de folhas, ramos e tronco, sendo este último, amostrado a partir do diâmetro 12,0; 8,0 e 6,0cm até o ápice. As amostras de cada um dos componentes foram pesadas com balança de precisão para posterior determinação do percentual de umidade e, para a determinação da umidade da madeira, as amostras foram retiradas junto ao diâmetro de 6,0cm. Após secagem, as amostras foram moídas e analisadas quanto aos teores de carbono no Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. Para a biomassa de ponteira foi encontrado 18,54 Mg ha⁻¹ para o diâmetro mínimo aproveitável de 12,0cm, 9,02 Mg ha⁻¹ para o diâmetro de 8,0cm e 4,01 Mg ha⁻¹ para o diâmetro de 6,0cm. A quantidade de biomassa do componente folha e galhos foi, respectivamente, 6,55 Mg ha⁻¹ e 13,71 Mg ha⁻¹, em todos os diâmetros avaliados. Para a biomassa total foi encontrado 38,80 Mg ha⁻¹ para o diâmetro de 12,0cm, 29,28 Mg ha⁻¹ para o diâmetro de 8,0cm e 24,27 Mg ha⁻¹ para o diâmetro de 6,0cm. Os teores de carbono presentes no componentes ponteira foram de 7,75 Mg ha⁻¹ para o diâmetro de 12,0cm, 3,77 Mg ha⁻¹ para o diâmetro de 8,0cm e 1,67 Mg ha⁻¹ para o diâmetro de 6,0cm. Para todos os diâmetros, os teores de carbono para folhas e galhos foram, respectivamente, 3,03 Mg ha⁻¹ e 5,35 Mg ha⁻¹. O carbono total foi de 16,13 Mg ha⁻¹ para o diâmetro mínimo aproveitável de 12,0cm, 12,15 Mg ha⁻¹ para o diâmetro de 8,0cm; 10,06 Mg ha⁻¹ para o diâmetro de 6,0cm.

Palavras-chave: Carbono, quantificação de biomassa, *Eucalyptus*.

ABSTRACT

The present study had been accomplished at the Campus of Federal University of Santa Maria, with the objective to quantify the *Eucalyptus grandis* forest biomass and the carbon residue, in different harvest intensities. In the settlement, three portions had been installed with dimensions of 20,0m x 15,0m, in which had been evaluated the DBH (diameter at the breast height) and height of the totality of plants in each portion. After trees dropped and with the aid of hook scale, the components had been quantified: biomass of leaves, branches and log, being this last one, sampled starting from the diameter 12,0; 8,0 and 6,0cm until the apex. The samples of each one of the components had been weighted with precision scale for subsequent determination of the humidity percentile and for the determination of the wood humidity, the samples were removed at diameter of 6,0cm. After the samples were dried up and milled to be analyzed with relationship to carbon levels in the Federal University of Santa Maria Forest Ecology Laboratory. For the apex biomass it had been found 18,54 Mg ha⁻¹ for the profitable minimum diameter of 12,0cm, 9,02 Mg ha⁻¹ for the diameter of 8,0cm and 4,01 Mg ha⁻¹ for the diameter of 6,0cm. The amount of biomass of the component leaf and branches were, respectively, 6,55 Mg ha⁻¹ and 13,71 Mg ha⁻¹, in all the appraised diameters. For the total biomass it had been found 38,80 Mg ha⁻¹ for the diameter of 12,0cm, 29,28 Mg ha⁻¹ for the diameter of 8,0cm and 24,27 Mg ha⁻¹ for the diameter of 6,0cm. The carbon levels present in the apex components were 7,75 Mg ha⁻¹ for the diameter of 12,0cm, 3,77 Mg ha⁻¹ for the diameter of 8,0cm and 1,67 Mg ha⁻¹ for the diameter of 6,0cm. In all diameters, the carbon levels for leaves and branches were respectively, 3,03 Mg ha⁻¹ and 5,35 Mg ha⁻¹. The total carbon was 16,13 Mg ha⁻¹ for the profitable minimum diameter of 12,0cm, 12,15 Mg ha⁻¹ for the diameter of 8,0cm; 10,06 Mg ha⁻¹ for the diameter of 6,0cm.

Key words: Carbon, quantification of biomass, *Eucalyptus*.

⁶ Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97 105-970, E-mail: joao.viane@mail.ufsm.br

² Prof. Dr. nat. techn. Professor de Ecologia e Nutrição Florestal. Departamento de Ciências Florestais/CCR/UFSM.

INTRODUÇÃO

As florestas representam um dos mais importantes recursos naturais para a humanidade, permitindo a utilização de bens e serviços pelo homem e, primordialmente, promovendo o equilíbrio ambiental do planeta. Além de disponibilizar madeira, alimentos, fibras e outros produtos, também reservam matérias e substâncias com potencial de utilização futura. As florestas fornecem a água limpa, proteção para a fauna e para o solo, além de contribuírem para amenizar o clima em escala regional e global (Sanquetta & Balbinot, 2004).

A utilização crescente de combustíveis fósseis vem modificando e causando transtorno na dinâmica biológica dos seres vivos. Estes transtornos tendem a se agravar por conta de atuais e consideráveis modificações no clima global. Nesse sentido, as florestas surgem como medida compensatória, pois além de serem fonte alternativa de energia renovável, contribuem para a redução dos impactos ambientais do chamado efeito estufa.

A biomassa de origem florestal, cumpre seu papel como fonte energética e também no acúmulo de poluentes nocivos na sua estrutura carbônica. Além disso, as florestas de crescimento rápido, principalmente, as de eucalipto, estão sendo preconizadas como possíveis drenos do carbono atmosférico (Schumacher & Witschoreck, 2004).

O manejo florestal sustentável, com toda a sua abrangência, complexidade e incertezas, deve ser o foco principal de qualquer discussão ou diagnóstico sobre o tema que envolve o conhecimento, o planejamento, o uso e a conservação dos recursos florestais. Ou seja, há, de um lado, a idéia da produção de bens (madeiráveis ou não madeiráveis) e serviços de forma perpétua, numa determinada área, com benefícios sociais e econômicos. De outro, o compromisso de uma relação harmoniosa com o meio ambiente, em termos de seus reflexos de curto e longo prazos sobre o solo, a água, a flora e a fauna, principalmente.

Por ocasião da colheita florestal, permanece sobre a área uma quantidade relativa de biomassa, a qual chamamos de resíduo florestal. Estes resíduos são constituídos de galhos, folhas, ponteiros, etc. O diâmetro mínimo aproveitável para utilização industrial estabelecido pela empresa, define a quantidade da biomassa de ponteira desprezada durante a realização do corte da floresta. Por vezes, os processos adotados na colheita de florestas implantadas geram quantidades consideráveis de resíduos que, dependendo da finalidade, podem ainda ser utilizados.

Este trabalho tem por objetivo quantificar a biomassa e o carbono do resíduo de uma floresta de *Eucalyptus grandis* em três diferentes intensidades de colheita.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Alendag (1980), Wendling (1998) *apud* Sanquetta & Balbinot (2004), o termo biomassa florestal refere-se a quantidade constituída por organismos no ecossistema florestal em termos de massa.

De acordo com Sanquetta & Balbinot (2004), biomassa quer dizer massa de matéria de origem biológica, viva ou morta, animal ou vegetal. O termo biomassa florestal pode significar toda a biomassa existente na floresta ou apenas a fração arbórea da mesma.

Os ecossistemas florestais possuem em torno de 90% da biomassa da Terra e cobrem aproximadamente 40% de sua superfície (Gardner & Mankin, 1981 *apud* Caldeira, 1998). A biomassa representa a matéria orgânica armazenada no ecossistema. Com a informação sobre a biomassa orgânica e sua concentração de elementos minerais, pode-se calcular o reservatório dos nutrientes minerais da floresta.

A estimativa da biomassa é uma ferramenta fundamental na avaliação de ecossistemas, conversão de energia e ciclagem de nutrientes. Também é importante na absorção e armazenagem de energia solar, fornecendo informações que facilitem a utilização racional dos mesmos (Andrae & Krapfenbauer, 1983) *apud* Caldeira (1998).

O acúmulo de biomassa é afetado por fatores que possuem relação com a fotossíntese, climáticos, do sítio, adaptação genética da espécie, estágio sucessional e competição.

Reis *et al.* (1985) relatou que em sítios de melhor qualidade, em Bom Despacho-MG, a madeira constitui 60% da biomassa total enquanto que em sítios de pior qualidade a madeira constitui apenas 45%. O autor acima aponta esta redução na proporção de biomassa da madeira que se deve, principalmente, a maior alocação de assimilados para a produção de raízes.

Segundo Schumacher (1992), o acúmulo de nutrientes da biomassa arbórea varia de elemento para elemento, em função dos diferentes níveis de fertilidade do solo, das características nutricionais de cada espécie e da idade da floresta.

Os resíduos florestais (folhas, galhos e cascas) são incorporados ao solo, como proteção contra chuvas, ventos, etc. e uma forma de conferir maior produtividade à área.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se no Campus da Universidade Federal de Santa Maria-RS, nas coordenadas 29° 42' 53" latitude Sul e 53° 42' 59" longitude Oeste, com altitude média de 110 metros.

Segundo Köppen, o clima é do tipo "Cfa", subtropical úmido, tendo como características climáticas principais a temperatura média anual de 19°C e precipitação média anual de 1769 mm (Moreno, 1961).

O solo da área é classificado como Argiloso Vermelho Amarelo (textura média, relevo ondulado substrato

arenito) e pertencente à Unidade de mapeamento São Pedro. Esta unidade de mapeamento caracteriza-se por apresentar solos profundos, avermelhados, textura superficial arenosa, friáveis e bem drenados. São solos ácidos e pobres em matéria orgânica e na maioria dos nutrientes, apresentam seqüências de horizontes A, B e C, bem diferenciados (Streck *et al.*, 2002).

Para a realização deste trabalho, foram instaladas três parcelas de 20 m x 15 m, num povoamento de *Eucalyptus grandis*. Nestas parcelas, com auxílio de uma suta e um Blume-Laiss, foram medidos todos os DAP's e altura das plantas, respectivamente. Para cada uma das parcelas, foi calculada a distribuição diamétrica das árvores do povoamento. Em cada uma das quatro classes estabelecidas foram amostradas 3 árvores.

Após a derrubada das árvores selecionadas, foram quantificadas a biomassa das folhas, galhos e o ponteira, sendo este, amostrado a partir do diâmetro 12,0; 8,0 e 6,0cm, até o ápice da planta. Todos os componentes tiveram seus pesos determinados no campo com balança de gancho. De cada componente, com auxílio de balança de precisão, foram pesadas amostras para determinação do percentual de umidade. Para a determinação do percentual de umidade da madeira as amostras foram retiradas junto ao diâmetro de 6,0cm. As amostras após secas, foram moídas e analisadas quanto aos teores de carbono no Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores da biomassa do resíduo oriundos de diferentes intensidades de colheita.

TABELA 1- Valores de biomassa do resíduo (Mg ha⁻¹) da colheita de *Eucalyptus grandis*.

Intensidade de Colheita (cm)	Ponteira	Folhas	Galhos	Total
Diâm. Aproveitável até 12,0	18,54	6,55	13,71	38,80
Diâm. Aproveitável até 8,0	9,02	6,55	13,71	29,29
Diâm. Aproveitável até 6,0	4,01	6,55	13,71	24,28

Analisando os valores obtidos na tabela acima e considerando que a biomassa de folhas e galhos é independente do diâmetro mínimo aproveitável (apresenta sempre a mesma quantidade para as diferentes intensidades de colheita), observa-se que, a medida que o diâmetro mínimo aproveitável diminui, a quantidade de biomassa total do resíduo também diminui.

Resende *et al.* (1983), verificaram que a biomassa de folha para *Eucalyptus grandis*, de 3,5 anos de idade, cultivados em solos de baixa fertilidade, na localidade de Bom Despacho-MG, foi de 2,80 Mg ha⁻¹. O mesmo autor encontrou para galhos 5,42 Mg ha⁻¹.

Schumacher (1995) observou que o *Eucalyptus saligna*, aos 4 anos de idade produziu 94,80 Mg ha⁻¹ de biomassa total, sendo 8,53 Mg ha⁻¹ de biomassa de folha e para galhos 6,63 Mg ha⁻¹.

Segundo o mesmo autor, trabalhando com a mesma espécie, aos sete anos de idade, encontrou para biomassa total 15,8 Mg ha⁻¹, sendo a parte referente às folhas 1,74 Mg ha⁻¹ e galhos 0,79 Mg ha⁻¹.

Na Tabela 2 são apresentados os valores de carbono do resíduo resultante de diferentes intensidades de colheita.

TABELA 2 – Teores de carbono (C) no resíduo (Mg ha⁻¹) da colheita de *Eucalyptus grandis*.

Intensidade de Colheita (cm)	Ponteira	Folhas	Galhos	Total
Diâm. aproveitável até 12,0	7,75	3,03	5,35	16,13
Diâm. aproveitável até 8,0	3,77	3,03	5,35	12,15
Diâm. aproveitável até 6,0	1,67	3,03	5,35	10,06

De acordo com tabela acima, podemos observar que a intensidade de colheita com o diâmetro mínimo aproveitável de 12,0cm deixa uma maior quantidade de ponteira como resíduo, conseqüentemente, uma maior quantidade de carbono. Em contrapartida, há uma menor retenção de carbono na madeira.

Se a intensidade de colheita for com o diâmetro mínimo aproveitável de 8,0cm, haverá uma quantidade de carbono 24,66% a menos no resíduo se comparado com a intensidade de colheita com diâmetro mínimo aproveitável de 12,0cm. Desse modo, aumentará a retenção de carbono na madeira na mesma proporção.

Para uma intensidade de colheita com diâmetro mínimo aproveitável de 6,0cm, haverá uma quantidade de carbono 37,64% a menos no resíduo se comparado com a intensidade de colheita com diâmetro mínimo aproveitável de 12,0cm. A retenção de carbono será aumentada na mesma proporção. Por outro lado, haverá uma maior exportação de nutrientes do sítio diminuindo a biomassa e a matéria orgânica que fica sobre o solo.

CONCLUSÕES

A biomassa do resíduo para o diâmetro aproveitável de 12,0cm foi de 38,80 Mg ha⁻¹, estando 47% nas ponteiros, 17% nas folhas e 36% nos galhos. Já para o diâmetro até 8,0cm a biomassa do resíduo foi de 29,29 Mg ha⁻¹, estando distribuída com 31, 22, 47%, nas ponteiros, folhas e galhos, respectivamente. Para o diâmetro até 6 cm a biomassa do resíduo foi de 24,28 Mg ha⁻¹, estando 17% nas ponteiros, 27% nas folhas e 56% nos galhos.

A quantidade de carbono foi de 16,13; 12,15 e 10,06 Mg ha⁻¹ para os diâmetros mínimos aproveitáveis até 12, 8 e 6 cm, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALDEIRA, M. V. W. **Quantificação da Biomassa e do Conteúdo de Nutrientes em Diferentes Procedências de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal/UFSM. Santa Maria, RS. Agosto de 1998.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.

REIS, M. G. F.; KIMMINS, J. P.; RESENDE, G. C. et al. Acúmulo de biomassa em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* plantados no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 9, p. 149-162, 1985.

RESENDE, G. C., BARROS, N. F., MORAES, T. S. A. et al. Produção e macronutrientes em florestas de eucalipto sob duas densidades de plantio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 7, p. 165-196, 1983.

SANQUETA, C. R., BALBINOT, R. Metodologias para Determinação de Biomassa Florestal. In: **Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. 2º Simpósio Latino Americano Sobre Fixação de Carbono. Curitiba, 2004, p. 77-93.

STRECK, E. V., et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS, UFRGS, 2002. 107p.

SCHUMACHER, M. V. **Nährstoffkreislauf in verschiedenen Beständen von *Eucalyptus saligna* (Smith), *Eucalyptus dunnii* (Maiden) und *Eucalyptus globulus* (Labillardière) in Rio Grande do Sul, Brasilien**. Wien: 1995. 148p. Dissertação de (Doutorado). Universität für Bodenkultur.

SCHUMACHER, M. V., WITSCHORECK, R. Inventário de carbono em povoamentos de *Eucalyptus sp.* Nas propriedades fumageiras do sul do Brasil: um estudo de caso. In: **Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. 2º Simpósio Latino Americano Sobre Fixação de Carbono. Curitiba, 2004, p. 77-93.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos de calagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maidem e *Eucalyptus torrelliana* F. Mesell**. Piracicaba: ESALQ, 1992. 87p Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo. 1992.

POLITICAS Y ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO FORESTAL SOSTENIBLE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE - EL PAPEL DE LA FAO ¹¹

Carlos Marx Ribeiro Carneiro²

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años, especialmente a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), más conocida como Río-92 o “Cumbre de la Tierra” que el proceso del desarrollo forestal sostenible pasa necesariamente por el desarrollo y fortalecimiento de las instituciones responsables por tal proceso. No solamente por aspectos y mecanismos financieros, sino también por la formación de recursos humanos en cantidad y calidad, y por la formación de estructuras institucionales sólidas.

La “improvisación” debe dar necesariamente lugar a la planificación estratégica integral y multidisciplinaria con gran énfasis en profesionales competentes con una visión y experiencia “holística” del sector forestal. En esa moderna visión de desarrollo forestal, la formulación y puesta en marcha participativa de las políticas y estrategias de desarrollo forestal sostenible juegan un rol de vital importancia.

Después de Río-92, es casi imposible concebir el proceso de desarrollo forestal sin que esté enmarcado en políticas explícitas de desarrollo forestal y que esas sean estructuradas en acciones y estrategias de apoyo, y por ende, que todo ese conjunto de buenas intenciones sea la base para la estructuración de un programa forestal nacional (pfn), que es actualmente el marco de planificación y ejecución del proceso de desarrollo forestal de un país que es el mecanismo de desarrollo forestal de más de 150 países del globo.

Como mencionado, la formulación y puesta en marcha de las políticas y estrategias forestales juega un rol primordial en el proceso de desarrollo forestal y hay elementos específicos, además de los elementos técnicos tradicionales, que no se deben dejar de considerar y que son muy importantes para incrementar el flujo de financiación al sector forestal en un país, tales como:

Los desafíos y logros normativos;

La coordinación técnica y política intersectorial buscando la participación de otros ministerios que tiene influencia directa sobre el sector forestal como planificación, finanzas, agricultura, turismo, minas y energía, medio ambiente, relaciones exteriores y otros actores de la sociedad civil;

Propiedad de los bosques y las tierras;

Las medidas fiscales para la agricultura y los bosques;

Los aspectos macroeconómicos, comercio e inversiones;

Capacidad de los gobiernos e instituciones para aplicar las políticas;

Los costos de oportunidad para conservar y proteger los ecosistemas forestales;

Las líneas generales y estratégicas para la concesión de los bosques públicos;

La valoración económica de los beneficios ambientales de los ecosistemas forestales (Pago por los Servicios Ambientales);

Y finalmente, el rol de los bosques para el alivio de la pobreza y aumento de la seguridad alimentaria.

La presente conferencia busca hacer una revisión del diálogo o régimen forestal internacional originado como resultado de la CNUMAD y de su influencia o importancia para los países y para la comunidad internacional, para la organización nacional e internacional del proceso de desarrollo forestal sostenible, especialmente de las políticas y estrategias forestales de los países, así como todo ese proceso está afectando los procesos nacionales de manejo forestal sostenible.

II. ASPECTOS A SER CONSIDERADOS EN LA FORMACIÓN DE POLÍTICAS FORESTALES

a). Política Forestal

Existe un sinnúmero de definiciones de política forestal y para efectos de esta presentación utilizaremos la siguiente:

Política forestal explícita es:

“Un cuadro de principios, objetivos generales y específicos y normas, resultantes de procesos interinstitucionales participativos de diálogo y consenso, que objetivan regular y orientar la protección y conservación de recursos forestales, como parte de política nacional de desarrollo sustentable”.

Sin embargo hay que notar que como el 60% de las políticas forestales de la región son aún “implícitas” en

¹ Palestra

² Prof. Dr., FAO para América Latina e Caribe, Chile.

leyes, decretos y reglamentos y que pocos son los países que modernizarán su política forestal.

Por otro lado, aún se observa el poco interés y la escasa formación académica en la región en formación de políticas forestales explícitas.

b). Elementos a ser considerados

Relación con las políticas macroeconómicas nacionales

El sector forestal es parte de un proceso nacional de desarrollo y la política forestal debe buscar una fuerte relación con el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social, con el Plan Nacional de Desarrollo Sostenible y otros.

Cómo puede el sector forestal en colaboración con otros sectores, contribuir a aliviar y reducir la pobreza y aumentar la seguridad alimentaria?. Esa es una inquietud actual que debe estar clara en las estrategias de una política forestal nacional.

Mecanismos de diálogo intersectorial e interinstitucional

Es importante el establecimiento de mecanismos de diálogo, coordinación y concertación interinstitucional, en que actores de los sectores público, privado y otros miembros de la sociedad civil puedan expresar democráticamente sus posiciones y puntos de vista sobre las políticas y programas.

Algunos países tienen diferentes nombres para ese mecanismo: Consejo Interinstitucional de Coordinación, Mesa Nacional Forestal, Comité Coordinador del programa forestal nacional, u otros.

Esos mecanismos buscan la promoción de programas y proyectos multi e intersectoriales y que traduzcan los intereses comunes de los principales actores del sector forestal.

Planificación y monitoreo forestal

Es necesario que el proceso de política forestal y su respectivo plan de acción (programa forestal nacional) pueda basarse en un ordenamiento territorial y por ende, en la zonificación ecológica económica de los recursos naturales.

Es importante que entre las estrategias de las políticas esté el monitoreo de los recursos forestales para que se pueda evaluar con cierta frecuencia los impactos ambientales de programas y proyectos que promuevan cambios en el uso de la tierra.

Otros aspectos a ser considerados

Propiedad de las tierras y bosques y el manejo forestal sostenible;
aspectos técnicos y legales para concesiones forestales en tierras públicas;
descentralización de la administración de los recursos forestales públicos;
capacidad nacional (recursos humanos, institucionales y financieros).

c). Limitaciones que afectan los procesos de formulación y puesta en marcha de las políticas y estrategias forestales en América Latina

El sector forestal y la agenda de gobierno

Voluntad política para tomar decisiones

Debilidades institucionales

Recursos humanos y financieros insuficientes

Participación insuficiente de los principales actores

Datos e informaciones forestales insuficientes, no existentes o desactualizadas.

Planos de uso de la tierra u ordenamiento territorial no existente o no son aplicados.

Valoración económica de los beneficios ambientales de los bosques inexistente.

Baja consideración del sector forestal en las cuentas nacionales

d) Ejemplo de un proceso de formulación y ejecución de una política forestal

El cuadro siguiente sintetiza las fases de formación y puesta en práctica de políticas forestales; las fases I, II y IIb se refieren a la formación misma de la política. La fase III es un puente entre la fase teórica y la práctica ya que las estrategias se relacionan a la necesidad de preparación de un plan de acción que es conocido como “programa forestal nacional”. Un documento de política forestal sin un plan de acción no pasa sólo de un “protocolo de buenas intenciones” y que pocos resultados prácticos va a aportar.

Para la ejecución de la política será imprescindible la participación de todos o la mayor parte de los actores que participan desde su formación; es precisamente por eso que desde el inicio el proceso debe ser muy participativo.

FASE I	FASE II-a	DEFINICION DE POLÍTICAS			
		FASE II-b			
		Líneas Generales de Acción	Objetivos Generales	Objetivos Específicos	Estrategias y Plan de Acción – FASE III
Participación Establecimiento de un Mecanismo Nacional Interinstitucional de Coordinación Identificar actores Información y comunicación financiamiento Coordinación operacional Revisión de la legislación forestal vigente Grupos de Trabajo Definición de Medios/ Formas e Necesidades (escenarios)	Estudios complementarios	Protección y Preservación	Reducir/controlar el proceso de deforestación y degradación de los recursos forestales y áreas protegidas	Reducir la tasa anual de deforestación	Generales: Desarrollo Institucional
				Consolidar las áreas naturales legalmente protegidas	Desarrollo de Recursos Humanos
				Recuperar sistemáticamente las áreas forestales degradadas	Sistemas de Información y monitoreo
	Reuniones	Conservación de Recursos	Promover el uso sustentable de los recursos Forestales para el beneficio de las generaciones actuales y futuras	Incorporar técnicas de MFS para conservar las florestas nativas	Desarrollo Forestal Comunitario
					Manejo Forestal Sustentable
					Forestación e Reforestación
					Desarrollo Sustentable de las industrias forestales
	Talleres de información	Grupos de Trabajo	Definición de Medios/ Formas e Necesidades (escenarios)	Promover y adoptar el desenvolvimiento de la industria forestal para los bosques plantados y nativos	otras

III. INFLUENCIAS DEL DIÁLOGO FORESTAL INTERNACIONAL

El diálogo forestal internacional ha ejercido siempre una fuerte influencia sobre las políticas forestales de los países de la región y, en especial, sobre sus programas forestales nacionales y sus instituciones.

El “moderno” diálogo forestal empezó en 1972 con la Conferencia Mundial del Medio Ambiente de Estocolmo, pero no fue a partir de mediados de los ochenta con la Comisión Bruntland (1983/1986) que ese diálogo tomó fuerza con la publicación del informe “Nuestro futuro común”, en que se preparaban las bases de la “globalización ambiental” con la idea que se debería pensar globalmente y actuar localmente y con las primeras ideas de descentralización y participación social en el sector forestal.

En 1985, como una iniciativa de la FAO, el Banco Mundial y el Instituto Mundial de Recursos, se dio un paso muy importante para establecer las bases del desarrollo forestal sostenible con la creación del Programa de Acción Forestal en los Trópicos (PAFT), que dentro de sus ambiciosos objetivos estaba frenar el proceso de deforestación en los trópicos. El PAFT, como resultado de la Cumbre de la Tierra en Río, fue transformado, casi naturalmente, en Programa de Acción Forestal Nacional (PAFN), y que posteriormente fue transformado, en 1996, en el actual programa forestal nacional (pfn).

Sin embargo, a partir de 1992, con la organización de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) en Río de Janeiro, se inauguró, verdaderamente, un nuevo régimen o diálogo forestal internacional.

De la CNUMAD, a la que asistieron más de 10,000 participantes y más de 100 presidentes nacionales, surgieron varios resultados:

La Agenda 21, compuesta por cerca de 40 capítulos, definió las prioridades ambientales para el siglo 21, así como el rol de cada gobierno nacional y de las grandes organizaciones internacionales. Estas últimas, de acuerdo a sus mandatos, se hicieron cargo de la ejecución de uno o varios capítulos de la Agenda 21.

Declaración de Río

Una declaración política con 27 principios generales sobre la sostenibilidad.

Convenciones Internacionales

Convención de biodiversidad, desertificación, cambios climáticos y destrucción de la capa estratosférica de ozono.

a) Seguimiento a la Cumbre de Río

Para dar seguimiento a las propuestas y recomendaciones de la CNUMAD (Río 92), las Naciones Unidas establecieron en 1993 en el seno de su Asamblea General y más específicamente en el Consejo Económico y Social (ECOSOC), una Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS).

La CDS, como una de sus primeras decisiones, estableció en 1994 el Panel Intergubernamental sobre los Bosques (PIB) para poner en marcha todas las recomendaciones forestales de Río 92, más específicamente la Agenda 21.

La misión del PIB, que se reunió de 1995 a 1997, fue preparar informes globales sobre:

- El progreso en los países de los programas forestales nacionales y uso de la tierra;
- Causas primarias de la deforestación y degradación de los bosques;
- Conocimientos tradicionales relacionados a los bosques;
- Ecosistemas frágiles afectados por la desertificación y la sequía e impacto de la contaminación atmosférica sobre los bosques;
- Necesidades de los países con baja cubierta forestal;
- Cooperación internacional para la transferencia de tecnología y la asistencia financiera para el manejo forestal sostenible;
- Evaluación de los múltiples beneficios de todos los tipos de bosques;
- Metodologías para la adecuada valoración de los múltiples beneficios de los bosques;
- Criterios e indicadores para el manejo forestal sostenible;
- Comercio y medio ambiente;
- Las organizaciones internacionales, los instrumentos e instituciones multilaterales;
- Mecanismos legales, administración de los bosques públicos y descentralización.

Para dar seguimiento a los trabajos del PIB, el Consejo Económico y Social de Naciones Unidas, decidió establecer en julio de 1997 el Foro Intergubernamental sobre los Bosques (FIB), cuyo período de reuniones fue desde octubre de 1997 hasta febrero de 2000 y preparó alrededor de 270 propuestas de acción para poner en marcha el manejo forestal sostenible.

Posteriormente, en octubre de 2000, el Consejo Económico y Social (ECOSOC) creó el “Foro de las Naciones Unidas sobre Bosques” (FNUB), con los siguientes objetivos:

Facilitar y promover la puesta en marcha de las propuestas de acción del PIB/FIB, así como de otras acciones necesarias para el manejo forestal sostenible.

Ser un foro para el desarrollo de políticas y diálogo.

Incrementar la cooperación técnica, así como la coordinación en materia de políticas y programas en asuntos forestales.

Monitorear y evaluar el progreso a los niveles nacional, regional y global, y

Fortalecer los compromisos políticos para el manejo, conservación y desarrollo sustentable de todos los tipos de bosques.

El FNUB se reúne dos veces al año (Nueva York y Ginebra) y para dar apoyo a su trabajo y a los países miembros que participan, fue creada una Asociación o Alianza entre 14 diferentes Agencias, Unidades, Centros y Organizaciones de Naciones Unidas, denominada “Asociación Colaborativa de los Bosques” (CPF por sus siglas en inglés), cuya secretaría es ejercida por la FAO (ver sitio web del CPF en <http://www.fao.org/forestry/site/2082/en>).

b) Programas forestales nacionales

Es importante observar que todas esas discusiones concluirán a que todo el proceso de desarrollo forestal sostenible en los países debería ser formulado y ejecutado a través de sus “programas forestales nacionales”.

La expresión “programa forestal nacional”, designa el conjunto de enfoques y lineamientos relativos a la planificación, programación y ejecución de las actividades del sector forestal en un país, ya sea a nivel nacional o subnacional. Así mismo, todos estos enfoques y lineamientos obedecen a una serie de principios-guía universales que fueron discutidos y acordados por todos los actores en el Panel Intergubernamental sobre los Bosques (PIB).

La meta de los programas forestales nacionales es establecer un marco político socialmente aceptable con vistas a la conservación, el manejo y el desarrollo sostenible de los bosques. Los programas forestales nacionales son procesos que involucran a todas las partes interesadas en debates, negociaciones y compromisos cuyo objetivo es tomar decisiones sobre las políticas a seguir y las acciones a emprender.

Los programas forestales nacionales comprenden tanto la planificación como la programación de las actividades del sector forestal y, en particular, la formulación de políticas, estrategias y programas y proyectos, así como su ejecución, seguimiento y evaluación. Deben desarrollarse de acuerdo al contexto político, socioeconómico, cultural y ambiental de cada país. Estos programas vinculan la planificación estratégica con la operativa, para mejorar la eficiencia de las acciones a favor de una planificación forestal sostenible, lo que a su vez fomenta el incremento y la eficacia de los compromisos financieros y operativos de los sectores público y privado de cada país.

Por todo lo anterior, es que el programa forestal nacional se constituye en un marco comprensivo del proceso de desarrollo forestal sostenible de un país.

IV. TEMAS PRIORITARIOS DE LAS POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS NACIONALES PARA EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE (MFS) EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Como observado anteriormente, el diálogo forestal internacional influyó la selección de las principales actividades y acciones a ser ejecutadas en los programas forestales nacionales y que influyen el proceso de formulación de las políticas y estrategias nacionales de desarrollo sostenible y que pueden ser así resumidas:

Promoción y ejecución del Manejo Forestal Sostenible;

Criterios e Indicadores para el MFS;

Aspectos intersectoriales del MFS;

Conservación y protección de la biodiversidad;

Valorización forestal

Pago por los servicios ambientales (PSA);

Secuestro de carbono;

Certificación forestal;

Ecoturismo;

Productos forestales no maderables;

Otros

Desarrollo y fortalecimiento institucional (creación de capacidad)

Monitoreo a sistemas de protección forestal;

Información forestal, comunicación y comercio;

Aspectos transnacionales;

Papel de las organizaciones regionales;

Capacidad local y nacional;

Estrategias de financiamiento (tradicionales y no-tradicionales);

Explotación y comercio ilegal;
Desarrollo forestal comunitario, relaciones con las industrias forestales y enfoque de género;
Papel del sector forestal en el alivio a la pobreza y aumento de seguridad alimentaria;
Revisión de la formación académica en materia de política forestal

Es importante puntualizar que estos temas fueron debatidos, acordados y priorizados por los mismos países participantes en las reuniones del PIB, FIB entre 1994 y 2000, y que posteriormente fueron adoptados por el FNUB, y que están en las pautas de las discusiones forestales de la mayor parte de los países de la región..

V. UNA NUEVA CULTURA FORESTAL EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Todo eso está llevando a cabo la creación de una nueva cultura forestal en la región con procesos más amplios y holísticos de desarrollo forestal y con la necesidad de una mayor interacción multisectorial. La política forestal como vista actualmente nada tiene que ver con aquella ejercida hace algunos años en el sector forestal, especialmente el público.

De hecho, el papel del Estado también está cambiando. Eso hace con que la propia formación académica del Ingeniero Forestal necesite pasar por reeducaciones y transformaciones, haciendo que se transforme en un profesional más ecléctico y con sólida formación en las creencias sociales y políticas, además de las ciencias exactas y biológicas.

De esta forma, el sector forestal del actual milenio está adquiriendo las siguientes características:

Mayor liderazgo nacional;
Mayor enfoque de las dimensiones políticas e institucionales;
Mayor participación (progresiva socialización y democratización);
Mayor integración entre los procesos de planeamiento y políticas con mayor enfoque inter-sectorial;
Enfoque cada vez más amplio de la valorización y uso multifuncional de los bosques.
Mayor enfoque en el desarrollo forestal comunitario.

Sin embargo, esos cambios deben ser reflejados, como mencionado anteriormente, en la formación académica de los cursos de grado y post-grado de las facultades forestales.

VI. PLAN ESTRATÉGICO FORESTAL DE LA FAO (2000-2015)

Todo ese proceso de política forestal internacional está reflejado en el quehacer de la FAO a través de su Plan Estratégico Forestal que fue elaborado en el año 2000 para un periodo de 15 años, con una fuerte participación de la región latinoamericana y caribeña.

El Plan, que orienta el programa de la FAO en el sector forestal y sectores conexos, fue el resultado de un proceso de consulta con los estados miembros, instituciones y personas y que fue aprobado en el año 1999 por su Comité de Montes (COFO).

a) Las metas:

Potenciar en la mayor medida posible la contribución de los árboles y bosques a la utilización sostenible de la tierra, la seguridad alimentaria, el desarrollo económico y social y los valores culturales a nivel nacional, regional y mundial.

Propiciar la conservación, ordenación sostenible y mejora de la utilización de los sistemas arbóreos y forestales y de sus recursos genéticos.

Conseguir un mayor acceso a una información fiable y puntual sobre las actividades forestales en todo el mundo.

b) Objetivos a medio plazo:

Para cumplir esas metas, el Plan estableció 8 objetivos a medio plazo:

Fortalecer la información y las bases de datos sobre los recursos forestales y arbóreos.

Fortalecer las políticas forestales nacionales.

Fortalecer los fundamentos técnicos de la conservación y desarrollo de los recursos forestales y del fomento y utilización de los productos forestales.

Mantener o mejorar la salud y el estado de los bosques.

Fortalecer el marco institucional, jurídico y financiero del sector forestal a nivel nacional.

Impulsar el debate y la colaboración sobre políticas forestales y cuestiones técnicas en los ámbitos internacional y regional.

Fortalecer las asociaciones con otros grupos involucrados en las actividades forestales.

Conseguir una mayor equidad social y económica y aumentar el bienestar de los seres humanos mediante el apoyo a las actividades forestales participativas y a la ordenación sostenible de los bosques y los árboles en las zonas marginales.

c) Programas y actividades técnicas principales para cumplir los objetivos

Evaluación de los recursos forestales (FRA) y estadísticas e información sobre el sector forestal.
Programas forestales nacionales, en especial, la creación de capacidad.
Fortalecimiento de las prácticas de manejo forestal sostenible.
Conservación y ordenación de los recursos genéticos forestales.
Agrosilvicultura y árboles fuera del bosque.
Productos forestales no madereros.
Sistemas de explotación de impacto reducido y códigos de prácticas.
Protección contra plagas, enfermedades e incendios forestales.
Bosques y Cambios Climáticos.
Bosques y agua.
Programa de actividades forestales comunitarias.
Tendencias y perspectivas del sector forestal.
Apoyo a los procesos internacionales.

d) Cuerpos estatutarios de la FAO en apoyo al sector forestal

El Departamento de Montes de la FAO es la unidad responsable por el desarrollo del programa forestal de la organización. Actualmente este programa es ejecutado en colaboración con otros departamentos de la Organización de forma multidisciplinaria.

Además, el Departamento recibe asesoría para asuntos de políticas, estrategias y programas del Comité de Montes de la FAO (COFO) que se reúne cada dos años en la sede de la FAO en Roma (próxima sesión, marzo de 2005) y que está conformado por los Jefes de Administraciones Forestales de todo el mundo. COFO es el cuerpo estatutario forestal de máxima expresión en la FAO.

Sin embargo, el Departamento de Montes posee 6 Comisiones Forestales Regionales (América del Norte, Asia y Pacífico, África, Europa, Oriente y América Latina/Caribe) que son los responsables por el carácter regional del programa forestal de la FAO.

Esas Comisiones Forestales Regionales (CFR), se reúnen cada dos años (años anteriores a la sesión de COFO) y también están constituidas por los Jefes de las Administraciones Forestales de la respectiva región. Cada CFR tiene su Secretaría Regional en la Oficina Regional de la FAO para la región.

Las Comisiones Regionales son consideradas uno de los mecanismos potencialmente más eficaces para la promoción de la cooperación horizontal entre los países de la región.

La Comisión Forestal para América Latina y el Caribe (COFLAC)

La Comisión Forestal para América Latina y el Caribe (COFLAC), cuerpo estatutario y consultivo de apoyo a las labores forestales de la FAO, ha venido tomando en los últimos años un fuerte impulso e importancia como mecanismo adecuado para apoyar a los países a poner en práctica las recomendaciones del diálogo internacional sobre los bosques resultantes del seguimiento de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD). Por esta razón, la FAO se encuentra en un proceso de fortalecer al máximo las Comisiones Forestales Regionales para que sean utilizadas como un importante mecanismo regional de apoyo a ese diálogo forestal internacional y, en especial, a las recomendaciones del Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques (FNUB).

La COFLAC fue establecida por la Conferencia de la FAO en su 4° periodo de sesiones (1948), de conformidad con una recomendación de la Conferencia Forestal de la FAO celebrada en 1948 en Teresópolis, Brasil.

Su función es proporcionar un foro neutral para debates sobre políticas y procesos de desarrollo forestal a los países de América Latina y el Caribe, y para analizar cuestiones regionales y subregionales de prioridad en el sector forestal.

Con base en las prioridades nacionales y regionales, el mandato de la COFLAC es asesorar a la FAO sobre el programa forestal a ser desarrollado en la Región. Este incluye la formulación de políticas para el manejo sostenible de los bosques, y de flora y fauna silvestres, y analizar, facilitar y coordinar su ejecución en la esfera regional, intercambiar información y, en general, por conducto de órganos auxiliares especiales (redes de cooperación técnica), asesorar sobre los métodos y medidas más adecuadas para resolver los problemas técnicos, y formular las recomendaciones apropiadas en relación a estas actividades (Conferencia de la FAO, Resolución N°27/59, Artículo VI de la Constitución).

Las prioridades, conclusiones y recomendaciones de la COFLAC son remitidas al Comité de Montes (COFO) de la FAO, para que sean discutidas por éste y consideradas por las instancias superiores de la Organización.

VII. CONSIDERACIONES FINALES

El sector forestal de los países de América Latina y el Caribe está adquiriendo cada vez más responsabilidades económicas y sociales en el contexto de las agendas nacionales ambientales y de los planes nacionales de desarrollo económico y social.

Ya son muchos los países en que el sector participa de forma mayúscula en la balanza de exportaciones nacionales, especialmente en Brasil y Chile. Se observa, entretanto, que el sector aún no es adecuadamente reconocido y reflejado en las cuentas nacionales.

Sin embargo, sólo recientemente es que se tornó mayor la preocupación por definir directrices regionales de como el sector forestal puede y debe contribuir para aliviar y reducir la pobreza y aumentar la seguridad alimentaria, en el marco de planes integrales de desarrollo rural. O sea, el papel social del sector es aún subestimado, poco conocido y solo reconocido en algunos países.

Se observa, por otro lado, que el fortalecimiento del sector forestal público no ha podido acompañar la competitividad y estrategia del sector privado y otros actores de la sociedad civil, y por ende, necesita ser fortalecido en varios aspectos, especialmente en su contribución social para que pueda cumplir a cabalidad su papel.

Por esa razón, el nuevo perfil social, económico y ambiental del profesional forestal, debe ser reflejado estratégicamente en su formación académica para que él pueda ser, no solamente más competitivo profesionalmente, sino que pueda ofrecer una contribución más eficiente y eficaz a la sociedad.

Esta necesidad es el resultado de la evolución que ha acontecido especialmente en la última década, en donde la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo ha ejercido una fuerte influencia sobre los procesos nacionales de desarrollo forestal sostenible.

Sin embargo, toda esa serie de acontecimientos aún no se ha visto reflejado en las políticas forestales de los países, ya que poco más del 40% de ellos poseen políticas forestales explícitas y no muchos tienen un programa forestal nacional estructurado de acuerdo a lo que los mismos países acordaron en el diálogo forestal internacional que siguió a la CNUMAD (PIB, FIB, FNUB). ¿No sería necesario disponer de una política explícita?. Quizás algunos digan que no.

Además se sugiere que los mismos países participen de forma activa en la Comisión Forestal para América Latina y el Caribe (COFLAC) que es el foro latinoamericano más importante en materia de políticas forestales y que lleven sus principales preocupaciones y busquen soluciones.

Como todo en la vida, un proceso nacional de desarrollo forestal sostenible debe ser estructurado técnica y políticamente, y para eso es necesario que se de la necesaria atención a la formación y puesta en marcha de políticas forestales de forma participativa con la definición de estrategias y acciones que sean la base de un programa forestal nacional descentralizado y regionalizado a corto, mediano y largo plazo. Ese mismo programa debe ser actualizado y dinámico y ofrecer respuestas a las inquietudes de los distintos actores sociales de un país.

Sin esa organización y disciplina será muy difícil lograr el desarrollo y mucho menos... el sostenible.

MICRO-MEIDIÇÕES DO CRESCIMENTO DE ÁRVORES, USO DE DENDRÔMETROS, MÉTODOS, APLICAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS ¹¹

MICRO-MEASUREMENT OF TREE GROWTH, USE OF DENDROMETER BANDS, METHODS, APPLICATION AND INTERPRETATION OF RESULTS

Franz H. Andrae ¹

RESUMO

Através da micro-medição, determina-se o incremento de troncos de árvores individuais, seja de uma época vegetativa inteira ou de partes desta. Essa tecnologia é empregada em estudos eco-fisiológicos e de crescimento, apresentando resultados mais rápidos e mais detalhados do que através da experimentação florestal tradicional. É utilizada para estudos fenológicos, no conhecimento da periodicidade de incrementos durante o ano e como meio de observação do incremento de espécies de crescimento ainda desconhecido e, principalmente, de espécies que não formam anéis de crescimento. O emprego de dendrômetros para tais medições é vantajoso porque não exige o ferimento ou o corte das árvores estudadas. Aqui são apresentados os primeiros resultados de um estudo com freixo (*Fraxinus excelsior* L.) realizado na Áustria, cujo objetivo principal é conhecer as características do crescimento relativo ao sexo das árvores e das eventuais interações com a variação anual do clima, a sociologia e o sítio.

Palavras-chave: dendrometria, incremento, *Fraxinus excelsior* L., fenologia.

ABSTRACT

Micro-measurement is used to determine the increment of individual tree trunks during the whole or a part of a vegetation period. This technology is applied to eco-physiological and growth studies, giving results earlier and more detailed than by means of traditional experiments in forestry. It is also used for phenological studies, or to record the periodicity of growth during the year. Furthermore, it is used to observe the increment of species whose growth performances are still unknown, especially if these species do not build up growth rings. The utilization of dendrometers for such measurements is advantageous, because there is no need to damage or to cut the measured trees. In this paper the first results of a trial with ash (*Fraxinus excelsior* L.), which was realized in Austria, are presented. The main objective was to find growth characteristics and their relationships to the trees' sex as well as their interactions with the weather, the social position within stand and the site.

Key words: dendrometrics, increment, *Fraxinus excelsior* L., phenology.

INTRODUÇÃO

Como micro-medição entende-se a técnica de medir pequenos incrementos. Pequenos, por se tratarem de acréscimos durante curtos lapsos de tempo, ou quando o incremento de um ano inteiro for mínimo, em virtude do sítio ou do clima, por exemplo. Nesse tipo de medição, registram-se, normalmente, o crescimento em diâmetro e, raramente (em árvores jovens), também, o crescimento em altura. A micro-medição não serve apenas para estudos científicos fundamentais, mas também pode apoiar o manejo, porque a resolução fina do incremento permite perceber e acompanhar o comportamento das árvores mais cedo do que através de inventários ou pesquisas convencionais. Historicamente, a micro-medição é empregada no estudo de árvores individuais, precisa de instrumentação e exige levantamentos, controle e acompanhamento relativamente intensivo. São gerados um grande número de dados, o que em tempos em que não se podia contar com as facilidades da informática atual, era motivo para que tais estudos se limitassem a árvores singulares.

O campo de aplicação da micro-medição é bastante amplo e o seu emprego possui tradição apreciável. Já na segunda metade do século XIX, a ciência florestal passou a se interessar pelos pormenores do incremento para conhecer o comportamento de espécies e o ritmo do crescimento durante a época vegetativa (Böhmerle, 1883; Friedrich 1890 e 1905); desenvolveram-se assim aparelhos sofisticados e auto-registrantes (dendrômetros e dendrógrafos). Este período caracterizou-se como o primeiro de estudos mais intensos, surgindo novos estudos somente na segunda metade do

¹¹ Palestra proferida no 3º Simpósio Latino-americano Sobre Manejo Florestal

¹ Department of Forest- and Soil Sciences, Institute of Forest Growth Research, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Peter-Jordan-Str. 82, A-1190 Vienna, Austria

século XX. Ainda em 1966, Mitscherlich et al. usaram um dendrógrafo segundo os princípios de Friedrich para estudos de produção. Desde então, vem crescendo o interesse pela micro-medição, empregada em pesquisas fisiológicas e ecológicas; novos materiais foram testados e novos instrumentos foram desenvolvidos para averiguar o processo de crescimento pormenorizadamente. As possibilidades da tecnologia atual, através da automatização das medições, e a capacidade crescente de registrar e analisar os dados deram um novo impulso ao uso da micro-medição.

INSTRUMENTOS PARA MICRO-MEDIÇÃO

O incremento em diâmetro continua sendo o centro das atenções. Podemos chamar de micro-medidor qualquer instrumento mais preciso do que sutas ou fitas métricas. São inúmeros os instrumentos construídos para tal fim, de diferentes manuseios, os quais são mais ou menos complicados, e que apresentam uma resolução entre 1 mm e um milésimo de mm. Estes instrumentos podem ser fixados permanentemente na árvore ou não, e geralmente têm contato direto, em um ou em mais pontos, ou cingem inteiramente o tronco.

Vários são os sistemas aptos para registrar a magnitude e o ritmo de pequenas alterações da dimensão do tronco. Desconsiderando aqui os métodos de micro-medição com intervenção física, como os de marcação de câmbio, ou de abrir periodicamente “janelinhas” na casca, seguidos do corte da árvore, menciona-se, apenas, três métodos:

Micro-medição, sem contato direto:

O uso da tecnologia laser permite registrar a modificação do diâmetro de plantas (muito) pequenas. É empregado em estudos fisiológicos e em casos de poucos dias de duração (Lövdahl & Odín, 1988).

Medição em um ou dois pontos da superfície do tronco:

Uma pequena plataforma é parafusada no corpo lenhoso, e mede-se a distância desta até um ponto de referência na superfície do tronco. Este sistema foi primeiramente utilizado por Daubenmire (1945) e posteriormente industrializado, tornando-se o primeiro dendrômetro comercial. A fixação provoca uma reação local no crescimento da árvore, e a observação do incremento somente em um único ponto deixa dúvidas quanto à sua representatividade. Foram desenvolvidos também instrumentos, semelhantes a pequenas sutas permanentes, com as quais se mede a distância de dois pontos opostos num tronco ou galho.

Medição permanente da circunferência do tronco:

Neste método, passa-se uma fita ou um fio de metal em volta do tronco. Para a sua fixação, geralmente usa-se uma mola espiral, com ou sem fixação adicional na casca com um parafuso. O incremento resulta da diferença de leituras em escalas, feitas no começo e no fim de um intervalo de tempo; as leituras são feitas a olho nú, com régua, ou até mesmo podem ser automatizadas. Nos primeiros dendrógrafos, há cem anos atrás, já se podia registrar durante uma semana, sem interrupção, com tinta em fitas de papel. Hoje, de maneira digitalizada, seria possível registrar ad infinitum; no entanto, os sistemas são bastante sensíveis, sendo necessários controle e acompanhamento contínuos. A Figura 1 mostra um dos sistemas mais comuns de dendrômetro que permanece continuamente na árvore.



FIGURA 1: Dendrômetro com mola espiral, leitura a olho nú, “fabricação caseira”.

FIGURE 1: Spring stretched, home-made dendrometer, measurement is taken by reading a scale.

COMPARANDO MEDIÇÃO PERMANENTE COM MEDIÇÕES PERÓDICAS

Dendrômetros permanentes, além de não serem destrutivos para a árvore, constituem a maneira mais exata de medir diâmetros e suas variações em espaços de tempo curtos.

O método tradicional de medir diâmetros com sutas acarreta em erros apreciáveis: ensaios com estudantes de engenharia florestal (n=38) medindo árvores idênticas com suta resultaram num desvio padrão do DAP de $\pm 1,25$ cm, e ainda de $\pm 0,51$ cm, usando-se fita diamétrica; nestes, a posição do DAP na árvore não era marcada. Marcando o DAP

diminui-se o erro de medição, mas este não deixa de existir. Os incrementos, se avaliados a partir de duas medições de diâmetro, estão sujeitos à propagação de erros, e, certamente, a medição periódica de árvores idênticas exige intervalos grandes para que seja eliminado o risco de serem obtidos incrementos negativos ou de pouco valor informativo. O intervalo de confiança é grande para medidas de diâmetros com suta e dos incrementos derivados, o que se deve principalmente à irregularidade dos cortes transversais de troncos: 200 observações em quatro povoamentos distintos, de florestas maduras e em idade de desbaste, provaram que as coníferas *Picea abies* e *Larix decidua* possuem troncos elípticos, sendo a relação dos eixos em média de 1,07 e 1,08 respectivamente, sem ser influenciada por sítio ou DAP (Pfandl, 1999). Este fato deve ser considerado quando usadas fitas diamétricas para a tomada dos diâmetros e incrementos, pois se calcula o diâmetro a partir da circunferência da árvore supondo que o corte transversal tenha a forma circular, sendo que, na realidade, a forma em geral é elíptica. Assim, superestima-se o diâmetro quanto maior for a relação entre os eixos: se um eixo é 10 % maior que o outro, superestima-se o corte transversal em 0,42 %; se os eixos diferem em 20 %, o acréscimo alcança 1,87 %; calculando-se os diâmetros correspondentes, a superestimativa alcança 0,2 e 0,9 %, respectivamente. A superestimativa também existe quando se trabalha com médias de DAP máxima e mínima (Matern, 1956, chamou de “deficit isoperimétrico”). Considerando então o número e magnitude dos erros possíveis (nos cálculos de incremento) quando medidos os diâmetros com suta, chegamos à conclusão de que o cálculo do incremento de um tronco através de dendrômetros permanentes continua sendo o procedimento mais exato para determinar incrementos pequenos, mesmo que o tronco da árvore difira da forma circular geométrica.

Lötsch et al. (1973) citam que fitas dendrométricas, possuindo escala com nônio com intervalos de 0,25 mm, permitem a determinação de incrementos com uma precisão de 0,37 mm (desvio padrão para o incremento de dois anos, medidos em pinheiros tropicais); com nônios menores (p.ex. 0,1 mm), melhora-se ainda mais a precisão.

INFLUÊNCIAS SOBRE AS LEITURAS DE DENDRÔMETROS

Fitas dendrométricas medem com precisão elevada, no entanto é necessário considerar que estão sujeitas a fatores que podem afetar as leituras. Algumas dessas influências serão discutidas a seguir:

A influência da pressão da fita sobre a casca:

Quando os dendrômetros são fixados com uma mola espiral (do tipo mostrado na Figura 1), estende-se a mola à medida que aumenta a circunferência da árvore. Esta abertura das roscas da mola tem por consequência o aumento da sua tensão, que é uma função do alongamento, das características de seu material, dos diâmetros do arame e da mola e, eventualmente, de uma torção interna da mola. O aumento da tensão faz a fita se acomodar cada vez mais sobre as irregularidades da superfície do tronco. Em consequência disso, acontece que uma parte (pequena) do incremento da árvore poderia ser absorvida pelo melhor ajuste da fita na casca. Se a abertura da fita não for afrouxada periodicamente, pode acontecer – dependendo do tipo de casca – que a fita aperte a casca demasiadamente, dificultando o incremento abaixo da fita e subestimando, conseqüentemente, o incremento.

Existe um modelo de dendrômetro (“Dial-Dendro”), no qual a mola é integrada de tal maneira que ela estende a fita sempre com uma mesma tensão à medida que cresce o tronco.

A influência de umidade e temperatura:

Ambos os fatores podem causar uma mudança da dimensão da árvore a ser registrada na escala do dendrômetro. É o estado de hidratação, que deixa o tronco inchar ou encolher, independente de sua posição sociológica, da dimensão ou do crescimento. A parte externa da casca pode ser mais ou menos higroscópica, sendo, por isto, sujeita a efeitos do clima. Dependendo do tipo, da espécie e da casca, a água escorre rapidamente, mas também pode ser retida umedecendo e inchando um pouco a casca. Para evitar que as leituras do dendrômetro sejam influenciadas por este fenômeno, recomenda-se fazer a leitura quando a casca estiver novamente seca. Observações próprias em carvalho permitiram concluir que leva no máximo 12 horas até passar a influência do umedecimento da casca externa sobre a posição da escala.

Deve-se cuidar o horário de leitura dos dendrômetros, em geral: de manhã, normalmente a casca interna está saturada de água, e as temperaturas ainda tendem a ser mais equilibradas. A temperatura influi sobre a madeira, a casca e a fita, os quais possuem coeficientes próprios de dilatação térmica. As fitas deveriam ter coeficientes bem pequenos; os instrumentos usados têm coeficiente de $16 \cdot 10^{-6}$ /grau centígrado, o que faz com que um aumento da temperatura de p.ex. 15 graus na manhã para 35 na tarde eleve o comprimento de uma fita de 1 m em 0,32 mm, montante este provavelmente maior do que um incremento diário. Simultaneamente, a temperatura influi também sobre o tronco, mas, faltam ainda estudos relativos à diferença e variação diária da temperatura entre casca e medula. As informações quanto à intensidade, ou mesmo, sobre a existência deste efeito na árvore, são poucas e contraditórias (Aichele, 1952; Mitscherlich, 1971; Vogel, 1992).

Resumindo, então, as influências da temperatura sobre a fita e sobre o tronco se sobrepõem. Como a temperatura afeta a fita e a árvore num mesmo sentido, é possível que se equilibre o efeito. Para fugir às extremas de temperatura, recomenda-se fazer as leituras pela parte da manhã. Sheil (2003) igualmente opta pelas leituras de manhã

cedo, quando as árvores não “trabalham” ainda. Cifor (2004), referindo-se a estudos em florestas tropicais, fala, neste contexto, de mudanças de até (inacreditáveis) 10 mm por dia.

Resta um comentário sobre a variação da temperatura entre inverno e verão, a qual, sob condições européias, pode chegar a 30 graus ou mais. Observações com a espécie de *Fraxinus excelsior* L., em plena fase de repouso, mostraram que períodos de frio forte e prolongado podem diminuir a circunferência de uma árvore de 25 cm de DAP em até 4 mm, encolhimento este que se inverte ao cessar o frio.

O intervalo entre a montagem do dendrômetro e as primeiras leituras:

Uma vez fixado sobre o tronco, o dendrômetro leva um certo tempo para se acomodar, devido ao movimento da árvore pelo vento e pela temperatura. Durante esse tempo, os incrementos registrados tendem a ser negativos, ou, em épocas de crescimento rápido, tendem a ser subestimados. Realizando experimentos, chegou-se à conclusão de que um tempo de 2 a 4 semanas é suficiente para se obter informações representativas. Este tempo é determinado através de leituras em dendrômetros montados sobre uma mesma árvore a curtos intervalos do tempo necessário até que se registrem incrementos iguais, indicando o tempo mínimo necessário de espera. Geralmente, montam-se os dendrômetros ainda no inverno, para captar os dados da época vegetativa seguinte.

A falta de simultaneidade entre incremento na árvore e lido no dendrômetro:

O engrossamento do tronco pode ser camuflado durante certo tempo até ser acusado pela escala do dendrômetro, pois a fita desliza sobre a casca somente depois de vencer uma fricção. Portanto, existe inércia na transmissão dos movimentos; o incremento não é passado gradativa e simultaneamente, mas sim em forma de “pequenos passos”, seguidos de cessação. Para diminuir a fricção, passam-se deslizantes na casca. Também poderiam ser colocadas folhas (p.ex. teflon) entre a casca e a fita.

O teste da existência de inércia é feito empregando-se vários dendrômetros sobre uma mesma árvore, observando a coincidência dos incrementos lidos neles. Observações na conífera *Picea abies* L. acusaram desvios padrões para a simultaneidade de $\pm 0,040$ cm; no carvalho (*Quercus spp.*), de $\pm 0,027$ cm. Tais valores são independentes da dimensão da árvore ou do seu incremento. A inércia, por isso, geralmente significa um “atraso” do registro em relação ao incremento real; no momento de leitura, significa uma subestimativa do incremento, podendo o processo ser invertido somente em períodos de seca ou de frio, quando a árvore encolhe. Em geral, não é possível ter-se conta deste fato, porque o uso de um único dendrômetro por árvore esconde o fenômeno.

Leituras a olho nú estão sujeitas a erros:

As leituras nos dendrômetros geralmente são feitas numa escala. Foram ensaiadas leituras repetidas de escalas com nônio (precisão de 1/10 de mm), realizadas pelas mesmas pessoas nos mesmos dendrômetros. Constatou-se que cada leitura tem um desvio padrão de pouco menos de $\pm 0,01$ cm. Spelsberg (1990) encontrou para as suas pessoas testes erros de leitura entre $\pm 0,02$ e $\pm 0,06$ cm. Se leituras consecutivas nos mesmos instrumentos forem feitas por pessoas diferentes, os erros de leitura serão maiores ainda, propagando-se nos incrementos calculados a partir destes dados.

Em resumo, constata-se que a micro-medição agrada pelas possibilidades de acompanhar e analisar o desenvolvimento dos incrementos em diâmetro das árvores, mas é sujeita a empecilhos impostos pela natureza do sistema. No entanto, conhecendo-se as possíveis influências, não se corre perigo de interpretar qualquer movimento do dendrômetro como incremento real. Mas, também, sabemos que estas influências, na maioria das vezes, são pequenas e sistemáticas, com a tendência de, em parte, compensarem-se com o tempo. Devemos avaliar a dimensão destes desvios na dimensão do incremento. Por exemplo, em uma árvore que cresce somente 5 mm por ano em diâmetro (=15,7 mm em circunferência): se a época vegetativa (na Europa) dura 180 dias, temos um incremento médio diário menor que 1/10 de mm, ou de 0,061 mm por semana. Na realidade, observa-se um crescimento desuniforme, reduzido no início e ao final da época vegetativa, e bem mais dinâmico no pleno verão. Para interpretar os resultados das leituras como incremento comparadamente livres da influência dos fatores acima mencionados, devemos escolher intervalos de observação apropriados, os quais podem ser de algumas semanas durante a época de repouso. Contudo, próximo do começo do crescimento primaveril, os intervalos devem ser mais curtos, para acompanhar o início do crescimento anual da árvore. Sabe-se que a data de início do crescimento jamais pode ser determinada com exatidão, nem por métodos destrutivos, pois ele não inicia uniformemente no tronco, seja ao longo ou em torno deste. Sabe-se ainda que, sob condições subtropicais, existem espécies que não necessariamente têm um período de repouso completo, mas somente de redução da atividade. Para tais espécies, os intervalos devem se adequar aos objetivos da pesquisa. Vetter (1995) cita estudos nos trópicos africanos, onde observações quinzenais provaram ser suficientes para se conhecer o ritmo de crescimento.

O EMPREGO PRÁTICO DE MICRO-MEDIÇÕES

A micro-dendrometria é uma metodologia que visa obter em curto tempo estimativas de dimensão e característica do crescimento das árvores. Portanto, consiste numa alternativa complementar às observações convencionais de maior duração, que, mesmo assim, têm menor resolução. O centro de interesse é a árvore, não o povoamento; os resultados são de utilidade imediata no caso das espécies para as quais ainda não existe informação alguma, sem exigir o corte das árvores.

A falta de anéis de crescimento:

Não somente nos trópicos e subtropicais existem espécies para as quais a verrumagem não serve para estimar a idade e o incremento; também há latifoliadas da zona temperada com este problema. A micro-medição permite determinar a correlação entre diâmetro e o seu incremento anual e concluir quanto à relação entre idade e diâmetro das árvores (Worbes & Junk, 1999). Também é possível estimar o tempo necessário para que uma árvore passe de uma classe de diâmetro a outra. Isso indica que os resultados são aplicáveis imediatamente no manejo de povoamentos inequidanos [$i_d=f(d)$] ou num sistema silvicultural que utiliza diâmetros mínimos de corte. Brandis (citado por Wilhelmi, 1952), no século XIX, já recorreu a estes métodos para estimar as taxas de corte da teca na Índia, da qual não existia conhecimento algum sobre seus incrementos.

O controle de zonas de crescimento:

Muitas espécies apresentam na sua madeira padrões de estrutura, formando anéis, os quais não se pode determinar à primeira vista se são anuais ou não. Verificando o incremento anual com dendrômetros, pode-se determinar, posteriormente, se tais anéis são anuais e se crescem segundo certa regularidade. Vetter (1995), por exemplo, usou a micro-dendrometria para complementar os seus estudos de anatomia da madeira e das zonas de crescimento.

O estudo da periodicidade do crescimento:

Dividindo a época vegetativa em intervalos menores e registrando neles o incremento corrente, é possível conhecer o ritmo de crescimento, seja de espécies tropicais nativas (Vetter, 1995; Worbes, 1995) ou em plantações com coníferas exóticas (Nöjd & Isango, 2001). A micro-medição com dendrômetros também poderia complementar estudos fenológicos, como recentemente realizados no RS (Alberti & Longhi, 2003).

Estudando efeitos de tratamentos de árvores:

Com dendrômetros permanentes nas árvores, pode-se estudar brevemente a reação, mesmo sendo pequena, a tratamentos experimentais. Os seguintes casos foram estudados na última década:

- Reação de árvores a cortes de liberação;
- Reação de árvores a diferentes intensidades de adubação;
- Incremento de árvores de diferentes posições sociológicas e dimensões de copa;
- Influência da infestação das copas de carvalhos por ervas de passarinho e reação a sua eliminação pela poda;
- Monitoriamento ambiental: relação árvore e qualidade do ar ou chuva ácida;
- Monitoriamento ambiental: influência de mudança da disponibilidade de água no solo sobre o incremento (devido a drenagens ou construção de barragens);
- Ensino de biologia: acompanhamento do crescimento arbóreo durante o ano;
- Separação de incremento de madeira e de casca, comparando incrementos anuais observados com dendrômetro e medição de anéis de crescimento no disco;
- Determinação do consumo diário de água, correlacionando micro-incremento com a mudança do conteúdo de água no solo;
- Estudo da diferença do incremento de árvores dióicas devido ao sexo diferente.

RESULTADOS PRELIMINARES DE UM ESTUDO COM O FREIXO

Em cooperação com a UFSM (Prof. Dr. C. Finger), está sendo estudado há dois anos o incremento (semanal) de *Fraxinus excelsior* L. (freixo), usando-se dendrômetros. Trata-se de um representante das Oleaceae, de ocorrência em toda a Europa temperada em baixas e médias altitudes, ocupando sítios com uma grande amplitude quanto à disponibilidade de água. A sua madeira é de alto valor, em parte, com emprego semelhante ao do ipê no Brasil. A espécie é dióica, as vezes monóica também, e produz grandes quantidades de sementes. Pouco se sabe sobre a distribuição espacial e a produtividade de árvores de sexos diferentes.

O estudo observa o incremento de árvores, estratificadas segundo sexo, sítio e sociologia.

A seguir, são mostrados alguns resultados do primeiro e segundo ano de observação: o experimento inclui 3 sítios (“várzea”; “Stift” = encosta, floresta mista e fechada; “Praiten” = encosta, floresta 10 anos após corte de liberação dos freixos), com 10 árvores por sítio, sendo a metade de cada sexo e com representantes de várias posições sociais. As médias e variações dos DAP nos estratos são muito semelhantes.

Os resultados, preliminares, servem para interpretar o comportamento das árvores. Os gráficos seguintes relacionam o micro-incremento em diâmetro (*id*) com o fator tempo, indicado como “dia-ano”, contando os dias a partir do início do ano de 2003 ou 2004.

No incremento observado desde março de 2003 em árvores de 28 cm de DAP cada, a árvore 267, com uma copa de 44 m², cresce no sítio “Praiten”; a n° 5, no sítio “Stift”, tem copa de somente 20 m² (Figura 2). O desenvolvimento do *id* de ambas as árvores reflete a enorme seca do ano 2003 (de junho em diante) e a grande pluviosidade no ano corrente (2004), com o dobro do incremento corrente em diâmetro. Nota-se a diminuição dos troncos pela seca (junho até agosto de 2003) e no período extremamente frio (de janeiro de 2004). A árvore 267, crescendo com menos concorrência, produz o dobro do incremento em diâmetro, mas também possui uma copa bem maior.

No exemplo seguinte (Figura 3), comparam-se duas árvores de mesmo sítio, “Stift”, pertencendo a árvore n° 3 ao primeiro e a árvore n° 7 ao terceiro estrato (classificado segundo Kraft). Observa-se as influências clima de 2003 e a dinâmica da produção no ano corrente, cujo bom regime de pluviosidade somente pode ser aproveitado pela árvore dominante (n° 3).

No terceiro exemplo (Figura 4), são comparados, num mesmo sítio, as árvores n° 2 (DAP = 38 cm, feminina, copa de 55 m²) e a árvore n° 9 (DAP = 35 cm, masculina, copa de 47 m²). Os dois indivíduos não se distinguem nos seus incrementos no ano seco de 2003, mas, no ano chuvoso de 2004, o indivíduo masculino demonstra crescimento bem mais acentuado e duradouro.

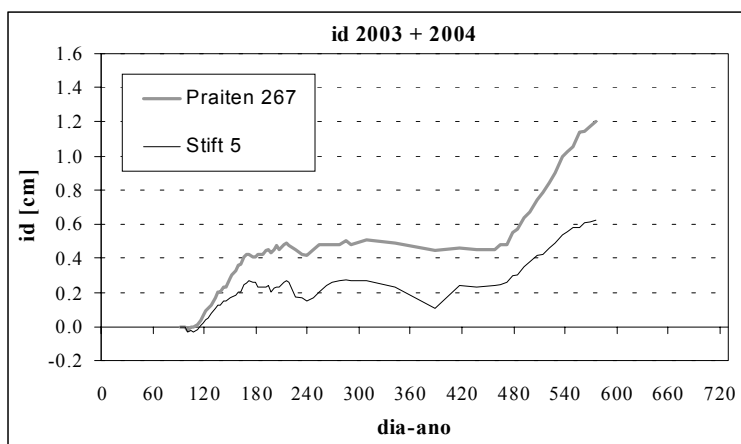


FIGURA 2: Desenvolvimento do incremento em diâmetro de árvores de um mesmo DAP, durante 2003 e 2004 (até 01.08.2004).

FIGURE 2: Development of diameter increment of two trees with almost identical DBH, in 2003 and 2004 (up to 1st of August of 2004)

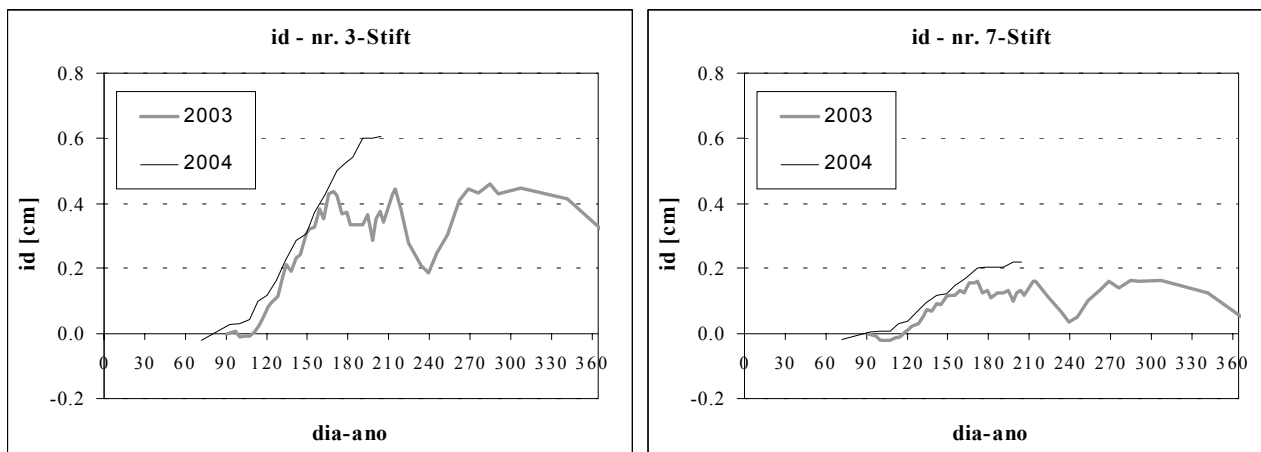


FIGURA 3: Incremento em diâmetro de uma árvore dominante (3) e intermediária (7) de um mesmo povoamento.

FIGURE 3: Diameter increment of a dominant (3) and an intermediate tree (7) of the same stand.

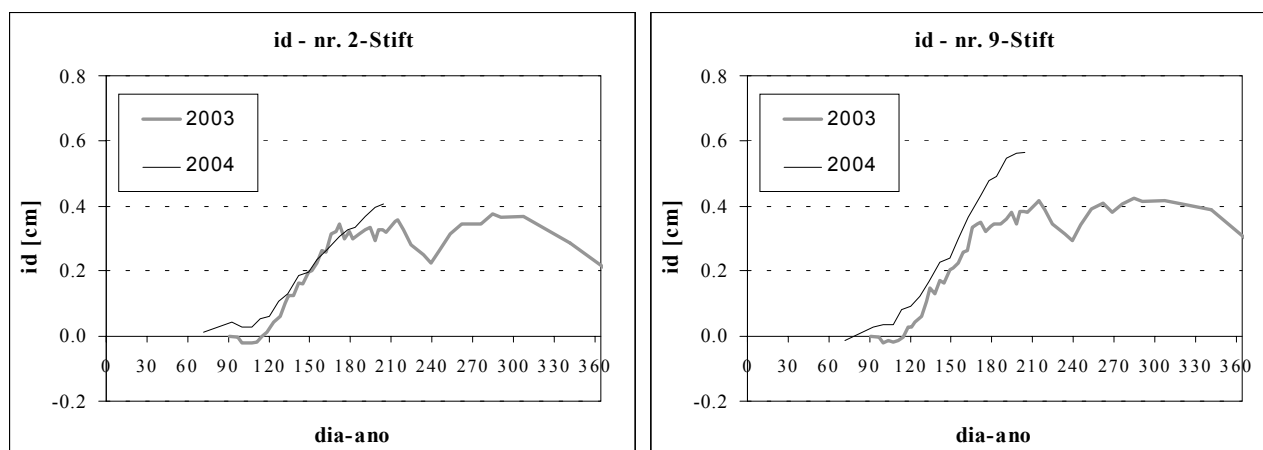


FIGURA 4: Incremento em diâmetro de uma árvore feminina (2) e uma masculina (9) de um mesmo sítio e de dimensão semelhante.

FIGURE 4: Diameter increment of a female (2) and a male (9) tree of similar dimensions, growing on the same site.

Comparando as características das árvores conforme o seu sexo, não diferem as áreas médias ocupadas pelas suas copas. Analisando a sua produtividade, usando como medida o “cm² de incremento em área basal por m² de copa” (= produtividade de copa), foram verificados os seguintes resultados (Tabela 1):

TABELA 1: Produtividade da copa (cm²/m²) segundo sítio e sexo.

TABLE 1: Crown productivity grouped by site and sex.

Ano	Várzea		Praiten		Stift	
	m	f	m	f	m	f
2003	0,28	0,34	0,93	0,51	0,44	0,35
2004	0,38	0,40	1,29	0,79	0,67	0,58

O sítio da “várzea” é o menos produtivo. Neste, o ano chuvoso de 2004 não causou o mesmo efeito de aumento de produtividade como nos demais sítios.

Árvores crescendo numa situação de pouca concorrência (sítio “Praiten”) possuem uma produtividade de copa bem maior.

Em ambos os povoamentos de encosta, os exemplares masculinos eram bem mais produtivos que os femininos. No sítio “várzea”, a produtividade indicava igualdade com uma pequena vantagem para as fêmeas.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Para a micro-medição do incremento diamétrico, existem diferentes instrumentos, alguns disponíveis no mercado, mas também podem ser de fabricação própria (“caseira”). Em estudos florestais científicos, a micro-medição geralmente considera o incremento de árvores individuais em intervalos de poucos dias até um ano. Já para fins ecofisiológicos, divide-se o período do incremento ainda mais. A análise do incremento com dendrômetros é bem mais precisa do que estudos com instrumentação convencional, fornecendo resultados conclusivos em tempos menores, além de não exigir o corte ou lesão das árvores. É empregada em experimentos de tratamentos silviculturais de árvores singulares para superar a falta de informações em espécies que não possuem anéis de crescimento anual, correlacionar zonas de crescimento na madeira com a época do ano, ou para analisar o ritmo e a intensidade do acréscimo diamétrico no decorrer do ano. A micro-medição, devido a isto, também é útil na obtenção das primeiras noções sobre espécies de comportamento desconhecido, e na avaliação das conseqüências de cortes e outras intervenções.

Para exemplificar o emprego de dendrômetros, as informações preliminares de um estudo em andamento mostram algumas das informações que podem ser obtidas com o uso da micro-medição. Uma das finalidades deste estudo consiste na verificação das características dos incrementos de uma espécie dióica da Europa e uma possível consideração do sexo no seu manejo. Também tem-se a pretensão de comparar estes resultados, futuramente, com os de um estudo semelhante em pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AICHELE, H. Der Temperaturgang rings um eine Esche. **Allg.Forst- und Jagdztg.** 121, p. 119-121, 1950.
- ALBERTI L. F.; LONGHI, S. J. Fenologia de uma comunidade arbórea em Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v.13 (1), p.184, 2003.
- ANDRAE, F. Bestimmung von Baumzuwachsen mittels permanenter Umfangmessung, insbes. mit dem "Dial-Dendro". **Cbl.ges.Forstw**, 117(3/4), p.163-186, 2000.
- BÖHMERLE, K. Die Pfister'sche Zuwachsuhr. **Cbl.ges.Forstw.**, 9(2), p. 83-93, 1883.
- CIFOR Bigger trees. **CIFOR news**, 35, p.7, 2004
- DAUBENMIRE, R. An improved type of precision dendrometer. **Ecology**. v. 26, p.97-98, 1945.
- FRIEDRICH, J. Zuwachsmesser. **Cbl.ges.Forstwesen**. 16(4), p. 174-179, 1890.
- FRIEDRICH, J. Über den Einfluß der Witterung auf den Baumzuwachs. **Cbl.ges. Forstwesen** 23(11), p.471-495, 1897.
- FRIEDRICH, J. Zuwachsaograph. **Cbl.ges.Forstwesen**. 31(11), p. 456-461, 1905.
- LÖTSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K. E. **Forest Inventory**. Vol.II. BVL- Verlagsgesellschaft München Berlin Wien,1973.
- LÖVDAHL, L.; ODIN, H. Using a Laser Instrument to Measure Small Changes in Stem Diameter. **Scand. J. For. Res.**, p. 281-290, 1988.
- MAESSEN, L.; WEIHE, J. Langfristige Durchmessermessung mit einem Kunststoffmeßband. **Forstarchiv**. 49 (10), p.204-206, 1978.
- MATERN, B. On the geometry of a cross section of a stem. **Medd.Stat.Skogsf.** 46 (1), 1-28, 1956.
- MITSCHERLICH, G.; MOLL, W.; KÜNSTLE, E., et al. Ertragskundlich-ökolog. Untersuchungen im Rein- und Mischbestand. **Allg.Forst- u. J.-Ztg.** 137, p.72-91, 1966.
- MITSCHERLICH, G. **Wald, Wachstum und Umwelt**. Bd.2 (Waldklima und Umwelt). J.D.Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 1971. 365 p.
- NJÖD, P.; ISANGO, J. Growth periodicity of *Pinus patula* in Southern Tanzania. **J.of Tropical Forest Science**, 15 (2), 352-358, 2003.
- NÜSSLEIN, G. Erfahrungen bei der Permanentzuwachsmessung mit okularer Ablesung. **Forstliche Forschungsberichte**. München, 153, p.16-23, 1995.
- PFANDL, B. **Meßanweisung für den Visiermesswinkel**. Wien: Boku 1999. 50 p. Diplomarbeit – Universität für Bodenkultur, 1999.
- SHEIL, D. Growth assessment in tropical trees: large daily diameter fluctuations and their concealment by dendrometer bands. **Can.J.For.Res.** 33, p.2027-2035, 2003.
- SPELSBERG, G. Erfahrungsbericht über fünf Jahre Zuwachsmessung per Dauerumfangmeßband. In: Dt.Verb.Forstl.Forschungsanst., Sek. Ertragskunde. **Jahrestagung Verden/Aller**, p.297-312, 1990.
- VETTER, R. **Untersuchungen über Zuwachsrhythmen an tropischen Bäumen in Amazonien**. Freiburg: Albert-Ludwigs-Universität 1995. 108 p. Dissertation Albert-Ludwigs-Universität, 1995.
- VOGEL, M. **Anwendung der automatischen Radialzuwachsfeinmessung im Ökologischen Meßfeld Tharandt und Darstellung erster Ergebnisse**. Dresden; TU, 1992. 192p. Dissertation – Technische Universität Dresden, 1992.
- WILHELMI, T. Beitrag zum Probelem: Wachstum und Zuwachs im Urwald. **Zeitschr. f. Weltforstwirtschaft** Bd.15, p. 9-15, 1952.
- WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees. A review. **IAWA Journal**, 16 (4), p. 337-351, 1995.
- WORBES, M.; JUNK, W. J. How old are tropical trees? The persistence of a myth. **IAWA Journal**, 20 (3), p. 255-260, 1995.

PLANO DE MANEJO, INVENTARIO E REGIME SUSTENTADO

MANAGEMENT PLANING, FOREST INVENTORY AND SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT SYSTEMS

Otto Eckmüllner¹

RESUMO

O ressurgimento do sonho de “Floresta de Cobertura Contínua”, hoje abrangendo sistemas como “floresta em transição”, “floresta alto fuste jardinado - Plenterwald”, “floresta próxima a natural” e “floresta natural”, e a necessidade de informações (sobre estrutura e desenvolvimento) de árvores singulares de florestas equiâneas ou de plantações indicam, que precisa-se de novos métodos para a elaboração de planos de manejo. O manejo florestal clássico e o planejamento separado para cada povoamento passaram a ser reduzidos a instruções operacionais, além de sofrerem concorrência por parte de sistemas de suporte de decisões. O planejamento estratégico numa empresa florestal baseia-se em informações obtidas através de inventários florestais representativos pelo uso de técnicas de amostragem. A presente contribuição apresenta e discute diferentes métodos de derivação de taxas de corte a partir de tais dados. Chega-se a conclusão, que tabelas de produção não são necessárias, caso seja conhecido o incremento corrente e que métodos desenvolvidos para “floresta alto fuste jardinado”, facilmente podem ser adaptados também às florestas equiâneas.

Palavras-chave: taxa de corte, matriz de transição, modelo de equilíbrio, objetivo silvicultural

ABSTRACT

The revival of the dream from a Continuous Cover Forestry, nowadays divided into “forest in transition”, “selection forest-Plenterwald”, “near natural forest” and “natural forest” and the need of single tree information (structure and development) in even-aged forests or plantations reveal the need of new methods to develop plans for sustainable forest management. The role of the classical forest taxation and stand wise planning of treatments is reduced to an operational guideline and becomes more and more pressure from decision support systems. The strategically planning in a forest enterprise is based on information obtained from representative forest inventories using sampling techniques. In these paper different methods to derive a sustainable allowable cut based on such data is reported and discussed. Coming up to the conclusion that yield tables are not necessary if the current increment is known and that methods developed for “selection forests-Plenterwald” can easily be adapted for even-aged forests.

Key words: allowable cut, transition matrix, steady state model, goal reference

INTRODUCTION

In Europe there is a movement toward uneven-aged forest management based on the general understanding that uneven-aged mixed species stands increase or at least maintain soil fertility, increases biodiversity and improve stand resilience reducing there susceptibility to physical and/or biotic disturbances. European forest management has traditionally relied on yield tables to estimate increments and yields for forest management decisions and for forest planning (Kurth, 1994). The main assumption of yield tables, that all stands are pure and even-aged turn out to be a big drawback. One way to forecast yields for uneven-aged mixed-species stands is to develop stand growth models that operate on the individual tree level. Several models were developed in central Europe: Eckmüllner and Fleck (1989), Pretzsch (1992) and Hasenauer (1994). While these models are useful in studying various thinning regimes, they require site index to derive potential height growth, which is then reduced by several competition factors. Therefore such models can not be an alternative to yield tables. One of the few forest growth models that does not need site index or age is the Stand Prognosis Model developed by Stage (1973) and Wykoff et al. (1982) and adapted for Austrian tree species by Monserud and Sterba (1996). Site information is obtained from topographic descriptors (elevation, slope, and aspect), from humus descriptors (depth of the F humus horizon and depth of the H humus horizon) and other site descriptors (soil depth, soil moisture, slope position, soil types, vegetation types and growth district). Unfortunately on the one hand some of these site descriptors are not steadily: such are the depth's of the humus layer increasing with time and decreasing after thinning. These insufficiency must be repair be developing a humus layer sub model. On the other hand the majority of these site descriptors are not surveyed in the course of a forest inventory. Furthermore an

¹ Institut für Waldwachstumsforschung. Universität für Bodenkultur, Viena, Áustria.

approach for the determination and control of sustainable harvest levels is needed (Ledermann, 2002). This study demonstrates and develops models to derive the allowable annual cut based on the data from a forest inventory in an Austrian forest enterprise.

DATA

The data were collected in an Austrian forest enterprise managing with clear cut system in nearly pure spruce stands (95.4% spruce, 1.4% other needle trees and 3.2% broadleaf trees). On a quadratic grid of 200 m x 200 m (oriented east to west and south to north) 1502 angle count samples (Bitterlich, 1948) with a basal area factor BAF=4 [m²/ha] were surveyed. Tree species and DBH [in cm rounded down] (and other variables not used in this study) were measured and recorded from each tree falling into the angle count sample (in total 8497 trees). Tree height and an increment core were measured and recorded for each tree species on the central stem (median of the basal area distribution) (in total 1288 trees). The age ranges from 0 to 185 years with an average of 67 ± 31 years. The DBH ranges from 8 (trees with DBH lower than 8 cm were not recorded) to 83 cm with an average of 31 ± 13 cm. The age ranges from 6 to 44 m with an average of 24 ± 9 m.

METHODS

To complete the data set height-diameter-curves from the type [1] with constant slope are used. [1] with b=1.42 for spruce, b=1.26 for other needle trees and b=0.93 for broadleaf trees.

The volume, the number of trees per hectare and the stocking degree are calculated using formula [2], [3] and [4] respectively.

$$V / \text{ha} [\text{m}^3 / \text{ha}] = \text{BAF} [\text{m}^2 / \text{ha}] * h [\text{m}] * ff$$

$$h [\text{m}] = \frac{1}{\left(a + \frac{b}{\text{DBH} [\text{cm}]}\right)^2} + 1.3 \quad [2] \text{ ff form factor Pollanschütz (1974)}$$

$$N / \text{ha} = \frac{\text{BAF}}{\left(\frac{(\text{DBH} [\text{cm}] + 0.5)}{100}\right)^2 * \frac{\pi}{4}} \quad [3]$$

$$\text{SD} = \frac{(\text{Number of trees in AC} * \text{BAF})}{\text{BA yield table}} \quad [4]$$

The site index and the volume increment are derived from yield tables (Marschall, 1975) using dominant height and age. The volume increment was reduced using the concept of the critical stocking degree (CSD) according to the formulas [5], where the stocking degree is SD.

if SD ≤ CSD

$$i_{v \text{ Reduced}} = i_{v \text{ table}} * \frac{\text{SD}}{\text{CSD}} * 0.95$$

[5] using CSD=0.8 for spruce, CSD=0.9 for other needle trees and CSD=0,75 for broadleaf trees.

if CSD < SD < 1

$$i_{v \text{ Reduced}} = i_{v \text{ table}} * \left(1 - \frac{(1 - \text{SD})}{1 - \text{CSD}} * 0.05\right)$$

The interval of confidence was calculated with formula [6] for volume and number of trees per hectare and with formula [7] for the volume and number of trees per hectare in a specific DBH-class of 5 cm.

$$CI\% = \frac{\frac{S_N}{\sqrt{N}} * t_{N-1;95\%}}{\mu} * 100 \quad [6]$$

$$CI\% = \sqrt{\left[\frac{\frac{S_n}{\sqrt{n}} * t_{n-1;95\%}}{\mu} * 100 \right]^2 + \left[\frac{\left(1 - \frac{n}{N}\right)}{n} * 1.96 * 100 \right]^2} \quad [7]$$

with standard deviation (s), mean (μ), students-t (t), total number of plots (N) and number of plots where trees are in the specified DBH-class (n).

The allowable cut is calculated using the formulas [8] to [13] (Mantel, 1959).

$$AC_f = \frac{V_{RPL}}{RPL} + \frac{(RV - NV)}{TTL} \quad [8] \text{ Österreichische Kameraltaxe}$$

$$AC_f = \frac{V_{RPL}}{RPL} + \frac{RV}{NV} \quad [9] \text{ Hundeshagen I}$$

$$AC_f = V_{RPL-10\text{years}} * \frac{1}{RPL} * \frac{(A_{\text{mean}} * 2)}{RPL} \quad [10] \text{ reduzierter Flächenetat}$$

$$AC_{f-t} = \frac{(RV * 2)}{RPL} \quad [11] \text{ Mantel}$$

$$AC_t = \frac{(iv + mai)}{2} + \frac{(RV - NV)}{TTL} \quad [12] \text{ Gerhardt}$$

$$AC_t = mai * \frac{RV}{NV} \quad [13] \text{ Hundeshagen II}$$

with

AC..Allowable Cut (indices f for final cut, t for total cut including thinning) [m³/ha/y]

RPL..Rotation Period Length [years]

TTL..Transition Time Length [years]

RV..Real Volume [m³/ha]

NV..Normal Volume [m³/ha]

V_{RPL}.. Volume in the age of RPL [m³/ha]

V_{RPL-10 years}..average Volume of all stands older than RPL-10 years [m³/ha]

A_{mean}..average age [years]

iv..volume increment [m³/ha/y]

mai..mean annual volume increment [m³/ha/y]

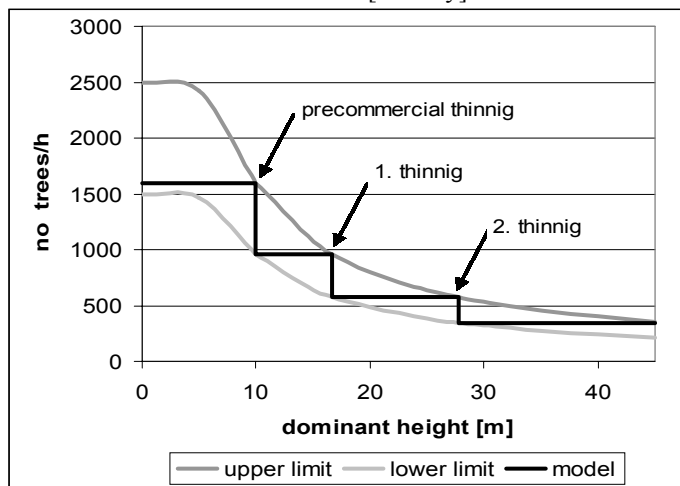


FIGURE 1: Thinning model according to Pollanschütz (1980)

Figure 1 show the thinning model adapted for the special conditions of the forest enterprise: the formula from

Pollanschütz (1980) $N/ha < \frac{20000}{h_{dom[m]}}$ is changed to $N/ha < \frac{16000}{h_{dom[m]}}$ because of the high risk of snow damages. In

the course of thinning 40% of the number of trees per hectare will be removed $N/ha > \frac{9600}{h_{dom[m]}}$.

All angle count samples fulfilling to these conditions were selected and a transition matrix model according to Buongiorno and Michie (1980) using these data set was developed.

RESULTS

The mean results of the forest inventory are mean N/ha = 388 trees/ha CI% ±5.2% mean V/ha = 279 m³/ha CI% ±4.3%, mean increment from increment cores $i_v = 8.95$ m³/ha/y CI% ±4.0% and mean mai = 10.8 m³/ha/y CI% ±3.2% using the yield table for spruce “Weitra” (Marschall, 1975). Figure 2 show the result and the confidence interval of the DBH-class distribution.

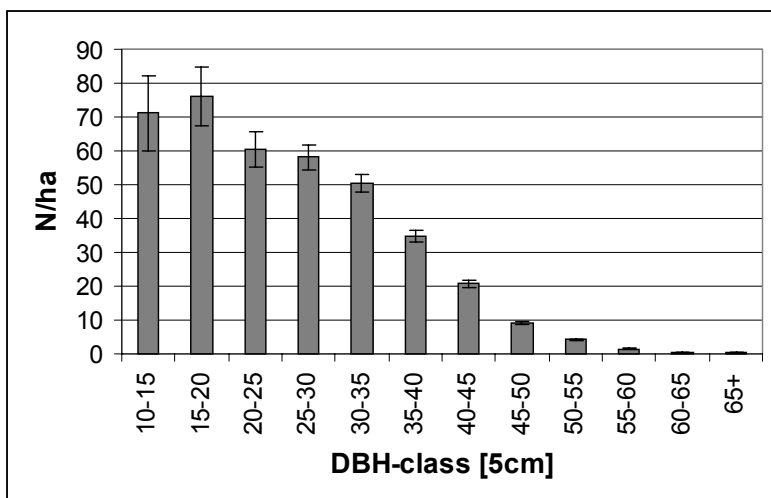


FIGURE 2: DBH-class distribution of the mean stem number per hectare and CI

The Table 1 shows the allowable cut calculated with the formulas [8] to [13] using different yield tables for spruce The Table 1 shows the allowable cut calculated with the formulas [8] to [13] using different yield tables for spruce (Marschall, 1975). The rotation period length (RPL) is always 110 years and the transition time length (TTL) 40 years. The yield table “spruce Weitra” is recommended for the region.

TABLE 1: allowable cut derived with formulas [8] to [13]

allowable cut [m³/ha/y]	type of AC	stocking degree	Hochgebirge	Bayern	Bruck	Weitra	CV%
[8] Österreichische Kameraltaxe	final	1.0	4.3	4.3	4.1	4.1	1.5%
[8] Österreichische Kameraltaxe	final	0.8	6.8	6.4	6.1	6.2	2.4%
[9] Hundeshagen I	final	1.0	5.5	5.2	4.9	5.0	2.3%
[9] Hundeshagen I	final	0.8	6.1	5.9	5.5	5.7	2.3%
[10] reduzierter Flächenetat	final	----	4.4	4.4	4.4	4.4	----
[11] Mantel	final	----	5.1	5.1	5.1	5.1	----
CV%	final	1.0	5.6%	4.8%	4.8%	5.2%	
CV%	final	0.8	9.5%	8.2%	6.7%	7.2%	
[12] Gerhardt	total	1.0	4.5	7.0	5.6	5.3	9.3%
[12] Gerhardt	total	0.8	6.3	8.5	7.0	6.9	6.4%
[13] Hundeshagen II	total	1.0	7.1	8.4	7.0	7.1	4.6%
[13] Hundeshagen II	total	0.8	8.0	9.5	7.9	8.0	4.6%
CV%	total	1.0	22.0%	9.0%	11.7%	14.1%	
CV%	total	0.8	11.6%	5.5%	6.1%	7.4%	

The variation between the different formulas is higher (significantly as Table 2 shows) than the variation induced from different yield tables, just for the total allowable cut also the choice of different yield tables induce significant differences. Responsible for this significant deviation is the yield table “spruce Bayern”, assuming a higher thinning level. Using the volume increment derived from increment cores and calculating the age-class adjusted volume per hectare and mai gives an allowable cut of 8.7 m³/ha/y according to formula [12] without using any yield table at all.

TABLE 2: Probabilities of the F-values from two-way-ANOVA

<i>final</i>	<i>P-Wert</i>	<i>total</i>	<i>P-Wert</i>	<i>final</i>	<i>P-Wert</i>	<i>total</i>	<i>P-Wert</i>	
[8]-[11]	1.0	0.0%	[12]-[13]	1.0	0.7%	[8]-[11]	0.8	0.0%
yield table	14.9%	yield table	4.7%	yield table	9.0%	yield table	1.3%	

Figure 3 shows the regression between the number of trees per hectare (N/ha) and the quadratic mean DBH [cm] as input for the model of Waldherr (1995), obviously the choice of this semi logarithmic function is not the best.

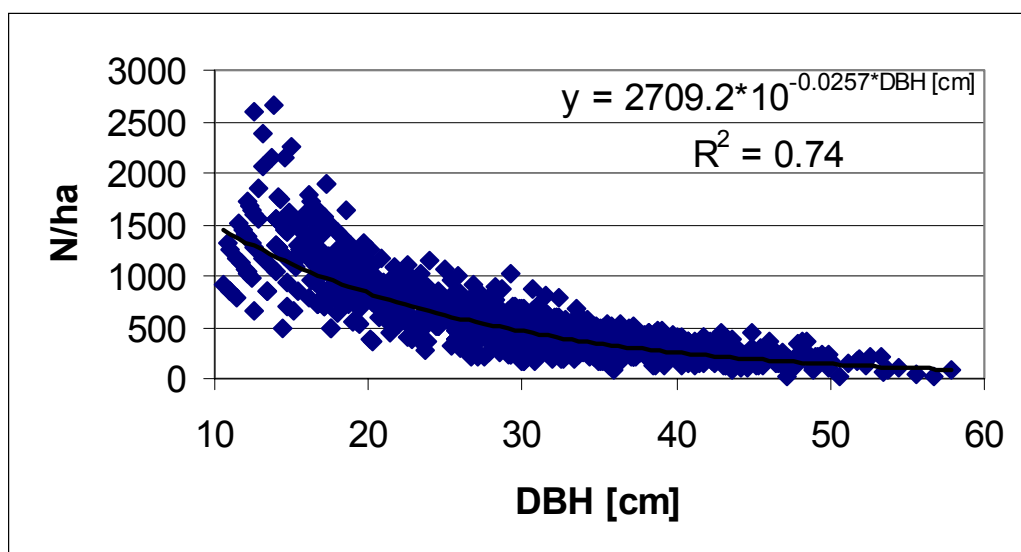


FIGURE 3: regression between the number of trees per hectare (N/ha) and the quadratic mean DBH [cm] as input for the model of Waldherr (1995)

From this regression the DBH-class distribution can be derived as in Table 3, the distribution in the thinning model is calculated similar to this of the inventory data, but using only the 503 angle count samples fulfilling the model conditions ($9\ 600/h_{dom} < N/ha < 16\ 000/h_{dom}$).

TABLE 3: DBH-class distribution derived from the model of Waldherr (1995), from the thinning model (only 503 plots are used fulfilling the model conditions) and from the inventory data and the probability of stems up growing in the next higher DBH-class per year (%/y) derived from the increment cores.

DBH-class	WALDHERR	thinning model	Data	%/y
10-15	111.4	129.4	71.2	10%
15-20	82.8	104.3	76.2	8%
20-25	61.6	71.6	60.3	7%
25-30	45.8	50.6	58.2	6%
30-35	34.1	41.2	50.6	6%
35-40	25.4	24.2	34.8	5%
40-45	18.9	13.2	20.8	5%
45-50	14.0	5.6	9.2	4%
50-55	10.4	2.3	4.1	4%
55-60	7.8	0.7	1.4	4%
60-65	5.8	0.3	0.5	5%
65+	4.3	0.1	0.3	5%
total	422.4	443.6	387.6	

The distributions are significantly different (Waldherr vs thinning model $\text{CHISQ}=29.13$ (0.0001), Waldherr VS data $\text{CHISQ}=28.94$ (0.0001) and thinning model vs data $\text{CHISQ}=25.42$ (0.0006)). The probability of stems up growing in the next higher DBH-class per year (%/y) can easily be derived from the increment cores: the mean annual radial increment of a DBH-class (multiplied with 2 to give a diameter increment and with 100 for %) divided by the width of the class (5 cm). Multiplying the probability of the next smaller class with the stem number of this class gives the ingrowth from the next smaller class. Multiplying the probability of the class of interest with the stem number of this class gives the upgrowth to the next higher class. The difference between the ingrowth from the next smaller class and the upgrowth in the next larger class multiplied with the mean volume of the class is the steady allowable cut of the class of interest. The results are given in Table 4.

TABLE 4: yearly allowable cut using the transition matrix model based on the DBH-class distributions and the probability of stems up growing in the next higher DBH-class per year in Table 3 [$\text{m}^3/\text{ha}/\text{y}$]

DBH-class	WALDHERR	thinning model	Data
10-15	0.0	0.0	0.0
15-20	0.7	0.6	0.1
20-25	0.9	1.3	0.7
25-30	1.0	1.3	0.5
30-35	1.0	0.9	0.9
35-40	0.9	1.6	1.6
40-45	0.8	1.2	1.6
45-50	0.7	0.9	1.4
50-55	0.5	0.5	0.7
55-60	0.4	0.3	0.4
60-65	1.5	0.1	0.2
65+	0.0	0.9	0.7
Total	8.5	9.7	8.8

Starting from the real distribution in ten years the DBH-distribution of the thinning model can be reached in this period the allowable yearly cut is about 47% higher ($14.3 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{y}$) than later one. To become the distribution of Waldherr fifteen years are necessary and the allowable yearly cut is only moderate about 12% higher ($9.5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{y}$) than later one.

DISCUSSION

The classical way to derive the allowable yearly cut is using yield tables and formulas. The results show that the effect of different yield tables is only small for the final allowable cut but important for the total allowable cut due by the different thinning strategy of the yield tables. The differences induced by the choice of the formula are significantly higher than these of the yield tables. If the real increment is known, from permanent inventory plots or from increment cores, the allowable cut can directly without usage of yield tables be derived.

Based on the assumption of Prodan (1949) Bachofen (1999) developed a transition matrix model for selection forests, Hanewinkel (1999) criticises such models while the harvesting system is not really consistent and defined. Spathelf and Durlo (2001) use a matrix transition model to elaborate different harvest strategies within a sustainable management system. But these kinds of models are not applicable to derive harvesting strategies because the reaction of the increment caused by interventions like thinning or cutting is not correctly described. Long term projections suggest the limitations of the models for management analysis (Ek and Monserud, 1979).

The derivation of a goal DBH-distribution using inventory data and simple intervention strategies as described by the thinning model seems to be a possible way for the calculation of the allowable cut.

REFERENCES

- BACHOFEN, H. Gleichgewicht, Struktur und Wachstum in Plentersbeständen. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 150, p. 157-170, 1999.
- BITTERLICH, W. Die Winkelzählprobe. *Allgemeine Forst- und Holzwirtschaftliche Zeitung* 59, p. 4-5, 1948.
- BUONGIORNO, J. and MICHIE, B.R. A Matrix Model of Uneven-Aged Forest Management. *Forest Science*, 26/4, p. 609-625, 1980.
- ECKMÜLLNER, O.; FLECK, W. *Begleitdokumentation zum Wachstums-Simulationsprogramm WASIM 1.0.*

Institut für Forstliche Ertragslehre, Universität für Bodenkultur, Wien, 1989. 29p.

EK, A.R.; MONSERUD, R.A. Performance and comparison of stand growth models based on individual tree and diameter-class growth. **Canadian Journal of Forest Research** 9, p. 231-244, 1979.

HANEWINKEL, M. Kritische Analyse von auf der Basis von Gleichgewichtsmodellen hergeleiteten Zielreferenzen für Plenterwälder im Wuchsgebiet Schwarzwald. **Allgemeine Forst- und Jagdzeitung** 170, p. 87-98, 1999.

HASENAUER, H. Ein Einzelbaumwachstumssimulator für ungleichaltrige Fichten-Kiefern und Buchen-Fichtenmischbestände. **Forstliche Schriftenreihe**, Univ. f. Bodenkultur, Wien, Vol 8, 1994. 152p.

KURTH, H. **Forsteinrichtung**, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 1994. 592p.

LEDERMANN T. Using logistic Regression to Model Tree Selection Preferences for Harvesting in Forests in Conversion. p. 203-216. In: Continuous Cover Forestry, (GADOW, v.K., NAGEL, J. and SABOROWSKI, J. eds), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 2002. 348p.

MANTEL, W. **Forsteinrichtung**. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 1959. 262p.

MARSCHALL, J. **Hilfstafeln für die Forsteinrichtung**, Österreichischer Agrarverlag, Wien, 1975. 202p.

MONSERUD, R.A.; STERBA, H. A basal area increment model for individual trees growing in even- and uneven-aged forest stands in Austria. **Forest Ecology and Management**, 80, p. 57-80, 1996.

POLLANSCHÜTZ, J. Schaftholzformzahlfunktionen für die Hauptbaumarten Österreichs. **Allgemeine Forstzeitung** 85, p. 341-343, 1974.

POLLANSCHÜTZ, J. Erfahrungen aus der Schneebruchkatastrophe 1979. **Allgemeine Forstzeitung** 91, p. 123-125, 1980.

PRETZSCH, H. Konzeption und Konstruktion von Wuchsmodellen für Rein- und Mischbestände. **Forstliche Berichte**, München, 1992. 332p.

PRODAN, M. Normalisierung des Plenterwaldes? **Schriftenreihe der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt**, 7, 1949. 21p.

SPATHELF, P.; DURLO, M.A. Transition matrix for modeling the dynamics of a subtropical seminatural forest in southern Brazil. **Forest Ecology and Management**, 151, p. 139-149, 2001.

STAGE, A.R. Prognosis model for stand development. Res. Pap. INT-137, **USDA Forest Service**, 1973. 32p.

WALDHERR, M. Das Stärkeklassenverfahren – eine Möglichkeit zur Ertragsregelung in naturnahen und naturgemäßen Wäldern. **Forst und Holz**, 50, p. 430-436, 1995.

WYKOFF, W.R., CROOKSTON, N.L.; STAGE, A.R. User's Guide to the Stand Prognosis Model. GTR INT-133, **USDA Forest Service**, 1982. 112p.

GESTÃO DE SISTEMAS SILVIPASTORIS NO RIO GRANDE DO SUL: DESEMPENHO ANIMAL¹¹

ANIMAL PERFORMANCE ON SILVOPASTORAL SYSTEMS IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

João C. Saibro¹, Zélia M. S. Castilhos², Jamir L.S.da Silva³, Alexandre C. Varella⁴,
Neide M. Lucas⁵, José F. Savian⁶

RESUMO

Dados experimentais sobre o desempenho produtivo de bovinos e ovinos em sistemas silvipastoris (SSP) com eucalipto (*Eucalyptus saligna* Smith) ou acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), principalmente em associação com gramíneas forrageiras cultivadas ou pastagem nativa, são apresentados e discutidos, com vistas a destacar os ganhos médio diário de peso vivo obtidos por animal (GMD) e por área (G/ha). Os maiores GMD variaram entre 1,210 kg/novilho em pastagens de azevém-anual (*Lolium multiflorum*) + trevo-vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) cv. Yuchi e 0,909 kg/novilha em pastagens de *Digitaria diversinervis* ou 0,864 kg/novilha com *Panicum maximum* cv. Aruana. Os máximos G/área foram 215 kg/ha obtidos em pastagens cultivadas de estação fria e 380 kg/ha em pastagem de primavera-verão. São também tratados alguns aspectos da interação “animal x árvore” relacionados com o controle da competição do estrato herbáceo e sobre danos provocados pelo animal em pastejo ao componente arbóreo. Por fim, são abordados aspectos relacionados com a adoção de SSP e a necessidade da continuidade das pesquisas para avaliação do desempenho animal nestes agroecossistemas sustentáveis no sul do Brasil.

Palavras-chave: *Acacia mearnsii*, *Eucalyptus saligna*, *Lolium multiflorum*, *Trifolium vesiculosum*, *Digitaria diversinervis*, *Panicum maximum*, manejo de agroecossistemas sustentáveis, ganho de peso vivo médio diário (GMD), ganho de peso vivo médio por hectare (G/ha).

ABSTRACT

Experimental data on the productive performance of beef and sheep cattle under silvopastoral systems (SPS) using eucalypt (*Eucalyptus saligna* Smith) or black wattle (*Acacia mearnsii* De Wild.) associated mainly with exotic cultivated forage grasses or native pastures are shown and discussed to highlight their average liveweight daily gains (ADG) and liveweight gains per unit land area (G/ha). The highest ADG varied between 1.210 kg/steer on Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) + ‘Yuchi’ arrowleaf clover (*Trifolium vesiculosum*) pastures and 0.909 kg/heifer on *Digitaria diversinervis* or 0,864 kg/heifer on *Panicum maximum* pastures. Maximum G/area of 215 kg/ha and 380 kg/ha were achieved from cool-season and warm-season pastures, respectively. It is also shown and discussed some information related to the “grazing animal x tree” interface, involving the control of the herbage competition and damages imposed by the grazing animal to the arboreal component. At last, some aspects concerning the adoption of SPS by farmers and research needs in evaluation of animal performance in further studies of SPS under the subtropical environmental conditions of southern Brazil are briefly discussed.

Key words: *Acacia mearnsii*, *Eucalyptus saligna*, *Lolium multiflorum*, *Trifolium vesiculosum*, *Panicum maximum*, management of sustainable agroecosystems, average daily liveweight gain (ADG), average liveweight gain per ha (G/ha)

INTRODUÇÃO

O constante aumento na demanda mundial de alimentos, madeira, fibras, etc. de origem animal e vegetal, tem levado o setor primário a adotar processos produtivos mais intensivos, com a finalidade de atender tanto o mercado interno quanto a exportação aos mercados internacionais, particularmente ao Mercosul. O setor produtivo agropecuário sulbrasileiro de uma maneira geral, e o Rio Grande do Sul em particular, têm respondido satisfatoriamente a este desafio, haja visto por exemplo, os crescentes índices de produção e produtividade apresentados pelo setor florestal,

¹¹ Palestra.

¹ Eng. Agr. Ph.D. Prof. Adj., Colaborador – Convidado, Dep. De Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Fac. De Agronomia UFRGS, Porto Alegre, RS. E-mail: joão.saibro@ufrgs.br

² Eng. Agr. D.Sc., Pesquisador, FEPAGRO RS, Porto Alegre, RS/ E-mail: zélia.voy@terra.com.br

³ Eng. Agr. D.Sc., Pesquisador, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS. E-mail: jamirlss@terra.com.br

⁴ Eng. Agr. Ph.D. professor, UERGS, Cachoeira do Sul, RS. E-mail: Varella@pro.via-rs.com.br

⁵ Eng. Agr. D.Sc. Profª Adj. Univ. de Roraima, Boa Vista, RR. E-mail: Neide.lucas@terra.com.br

⁶ Zootecnista, FEPAGRO RS, Tupanciretã, RS. E-mail: jsavian@provenews.com.br

pelas lavouras de soja, arroz, milho e pela produção de carne e leite nas últimas duas décadas no século passado.

Entretanto, na atualidade, em virtude da vigência de novas e mais estritas normas de preservação ambiental, é exigido que os sistemas de uso da terra sejam cada vez mais sustentáveis. Isto significa basicamente que os recursos naturais do ambiente devem ser usados de maneira integrada e equilibrada, para a formação de sistemas de produção agroflorestais capazes de maximizar a produtividade primária e, ao mesmo tempo, minimizar a degradação ambiental. Neste particular, ao integrar os componentes arbóreo, a pastagem e o animal doméstico sob condições edafoclimáticas em um dado local, e com um manejo planejado das atividades, os sistemas silvipastoris constituem-se em uma das melhores opções disponíveis para alcançar os objetivos de produtividade e sustentabilidade ambiental.

O território do Rio Grande do Sul apresenta excelentes condições edafoclimáticas para obtenção de altos níveis de produtividade primária vegetal dos componentes arbóreo e forrageiro, quando considerados de forma isolada. Para integrar de maneira sustentável estes dois componentes na presença do animal em pastejo, nosso principal desafio é elucidar a dinâmica do sistema, ou seja, a intensidade com que ocorrem as diferentes interações entre os seus principais componentes e os respectivos resultados sobre a produção arbórea e animal decorrentes. Somente o conhecimento detalhado da dinâmica destas interações, tanto na dimensão espacial quanto temporal, poderá fornecer dados valiosos para entender a complexidade biofísica do sistema e permitir a definição de práticas de manejo integrado, a serem usadas pelos produtores rurais.

Entretanto, uma clara definição das tecnologias a serem utilizadas no desenvolvimento de eventuais SSP para o uso dos produtores do Rio Grande do Sul, deve ser precedida obrigatoriamente por um forte investimento em pesquisa multidisciplinar na área agroflorestal, considerando que é ainda bastante modesto o acervo de informações relevantes neste segmento.

No presente trabalho são apresentados e discutidos essencialmente dados de desempenho animal, principalmente de bovinos, obtidos em pesquisas conduzidas com sistemas silvipastoris usando eucalipto ou acácia-negra como componente arbóreo e pastagens cultivada ou nativa no sub-bosque. Adicionalmente, são considerados alguns efeitos do animal em pastejo sobre o componente arbóreo do sistema, especialmente danos físicos à estrutura das mudas ou árvores jovens durante a fase de estabelecimento da floresta.

É importante mencionar que nestes trabalhos de avaliação do desempenho animal em SSP com eucalipto e acácia-negra, têm sido estudados concomitantemente o desempenho produtivo dos componentes arbóreo e das pastagens, visando avaliar o sistema de forma integrada, em busca de uma visão sistêmica e holística deste modo de uso da terra no meio.

A INTERAÇÃO PASTAGEM X ANIMAL.

Em virtude da maior complexidade metodológica e dos elevados investimentos em recursos humanos, financeiros e de infra-estrutura necessários para a condução de experimentos com animais em geral e em SSP em especial, informações relevantes sobre o desempenho produtivo de animais mantidos em pastagens estabelecidas em ambientes florestais no sul do Brasil são ainda escassas (Saibro, 2001).

No Rio Grande do Sul, os esforços mais expresivos da pesquisa em SSP com ênfase no desempenho animal e na dinâmica da pastagem foram iniciados na década de 1990, através da Faculdade de Agronomia da UFRGS, no Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, e da FEPAGRO RS, com o apoio das empresas florestais Riocell S/A (atual Aracruz Celulose S/A) e SETA, respectivamente, além da FAPERGS, CNPq e da CAPES.

Nestas pesquisas, especial atenção tem sido dedicada à avaliação dos dois componentes ou produtos comercializáveis principais dos SSP: a produção florestal em bosques cultivados de eucalipto ou acácia-negra, e o desempenho animal (ganho de peso vivo médio diário e ganho de peso vivo por área) obtido na pastagem associada. Em geral, estas respostas têm sido avaliadas para diferentes pastagens cultivadas e nativa em função de tratamentos que diretamente mais afetam o rendimento e a qualidade da forragem disponível e, *ipso facto*, o desempenho animal, tais como a densidade arbórea e o nível de oferta de forragem.

Desempenho animal em SSP com eucalipto (*Eucalyptus saligna* Smith).

Na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, localizada em Eldorado do Sul, parte leste da região ecofisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul, foi conduzido um experimento que avaliou o desempenho de novilhos de corte conduzidos em SSP com *Eucalyptus saligna* estabelecido em duas densidades arbóreas (1666 e 833 plantas/ha) e três níveis de pressão de pastejo (6%, 11% e 16%), no período entre dezembro de 1994 e janeiro de 1997 (Silva, 1998).

Neste trabalho, as avaliações do desempenho animal de novilhos são apresentadas em três épocas de pastejo: 1ª) Na primavera de 1995, quando o pastejo foi realizado entre 6 de setembro e 9 de novembro (64 dias de pastejo), a pastagem era formada por uma mistura de azevém-anual (*Lolium multiflorum*) + trevo-vesiculososo (*Trifolium vesiculosum*) cv. Yuchi; 2ª) no final do verão de 1996, entre 4 de março e 11 de abril (38 dias de pastejo), em pastagem nativa e 3ª) no período primavera de 1996/verão de 1997, entre 23 de outubro de 1996 e 8 de janeiro de 1997 (77 dias de pastejo), em pastagem nativa, totalizando 179 dias de utilização das pastagens.

No final de maio de 1995, a pastagem de azevém + trevo vesiculososo foi estabelecida e os animais iniciaram o

pastejo em setembro do mesmo ano, nove meses apenas depois do plantio das mudas. Os dados apresentados na Tabela 1 revelam que geralmente o ganho de peso vivo médio diário (GMD) foi favoravelmente incrementado pelo aumento da disponibilidade de forragem e pela menor densidade arbórea, mas o ganho por hectare foi máximo na pressão de pastejo intermediária (9,6 % PV).

TABELA 1: Efeito da densidade arbórea e da pressão de pastejo sobre o ganho de peso vivo médio diário (GMD) e ganho por hectare (G/ha) de novilhos em SSP com eucalipto e pastagem de azevém-anual + trevo vesiculoso, de 06/09/ a 09/11/1995 (64 dias). EEA/UFRGS.

Pressão de pastejo (% Peso vivo)	Densidade arbórea			
	1666/ha		833/ha	
	GMD	G/ha	GMD	G/ha
	kg			
6,0	0,272	81	0,502	126
9,6	0,862	161	1,015	215
13,0	1,138	145	1,210	148

Silva, 1998.

As relações entre o ganho de peso vivo médio diário (GMD) e o ganho por área (G/ha) com os níveis de pressão de pastejo (PP) podem ser vistas na Figura 1.

Observa-se que o GMD apresenta uma resposta linear, positiva e crescente com o aumento da oferta de forragem disponível dentro dos limites estudados, revelando que a pastagem apresentou excelentes níveis de qualidade, permitindo ganhos de peso acima de 1,2 kg diários por animal. Por outro lado, o ganho por hectare foi explicado por uma relação quadrática, na qual a pressão de pastejo intermediária maximizou a resposta animal por área. Neste caso, destaca-se o rendimento de 215 kg/ha obtido neste nível de oferta de forragem, na menor densidade arbórea.

Estes valores obtidos para ganhos de peso vivo por novilhos chamam a atenção para o SSP, pois foram obtidos antes da floresta completar um ano de idade, o que pode significar uma importante antecipação de renda para o produtor, pois animais com melhor desempenho atingem peso para o abate em menor número de dias de pastejo. É importante destacar que nas condições desta pesquisa, os danos provocados às árvores pelos animais foram muito pequenos, conforme será discutido mais adiante.

No segundo período de pastejo, quando o substrato forrageiro foi a pastagem nativa, a duração foi de apenas 38 dias e a pressão de pastejo foi mantida em 10% do peso vivo, o desempenho animal médio não foi afetado pelos tratamentos (Tabela 2).

TABELA 2: Ganho médio diário e ganho por área em função da densidade arbórea, com pressão de pastejo de 10% do peso vivo em SSP com eucalipto e pastagem nativa, de 04/03 a 11/04/1995 (38 dias). EEA/UFRGS.

Pressão de pastejo (% Peso vivo)	Densidade arbórea			
	1666/ha		833/ha	
	GMD	G/ha	GMD	G/ha
	kg			
6,5	0,272	69,0	0,447	68,0
5,4	0,862	22,0	0,171	13,0
Média	1,138	45,5	0,309	40,5
9,6	0,640	48,7	1,029	97,6
8,4	0,894	65,0	0,974	74,0
Média	0,767	56,8	1,000	85,8
11,9	0,855	54,1	0,579	102,0
14,8	0,868	44,0	0,821	62,0
Média	0,862	49,0	0,700	82,0

(Silva, 1998, adaptado).

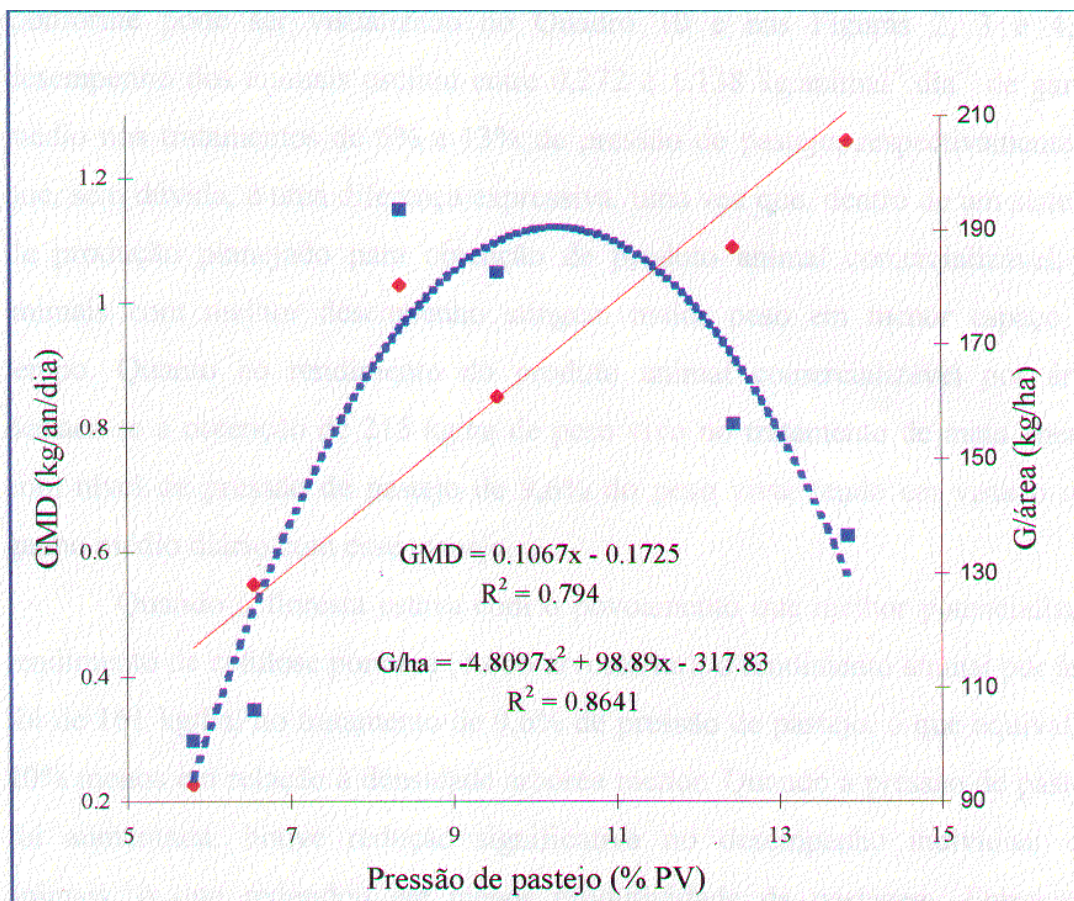


Figura 4 - Relação entre o ganho médio diário (—) e o ganho por área (-----) com a pressão de pastejo (PP), num sistema silvipastoril, em floresta de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) e pastagem composta por azevém (*Lolium Multiflorum*) e trevo-vesiculoso cv. Yuchi (*Trifolium vesiculosum*) no período de pastejo compreendido entre 6 de setembro e 9 de novembro de 1995 (64 dias de pastejo). Média geral das densidades arbóreas. Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul.

Alguns destes resultados mostram de forma expressiva o potencial de resposta animal da pastagem nativa para uso em SSP, particularmente quando adequados níveis de oferta de forragem são proporcionados aos animais em pastejo. É de particular interesse destacar as práticas de manejo que permitem a obtenção de valores de GMD acima de 0,850 kg e ganhos por hectare maiores do que 100 kg, que caracterizam sistemas mais intensivos de utilização da pastagem nativa em nosso meio.

No terceiro período de pastejo, os novilhos somente utilizaram a pastagem nativa existente na densidade arbórea menor, tendo em vista que na maior densidade houve sombreamento excessivo do sub-bosque, reduzindo drasticamente o seu rendimento forrageiro. Esta situação ocorreu aos 22 meses após o estabelecimento da floresta. Este fato aponta para a necessidade da aplicação de técnicas de manejo florestal em época adequada, visando a abertura da comunidade arbórea e sinaliza para a importância da condução de pesquisa integrada e multidisciplinar em sistemas silvipastoris. Na Tabela 3 são apresentados os resultados do desempenho animal neste período.

Constata-se que a pressão de pastejo equivalente a 9,3% PV foi a que permitiu a combinação dos maiores ganhos de peso vivo por animal (0,805 kg/dia) e por área (220 kg/ha), com redução de desempenho nas pressões de pastejo mínima e máxima.

A resultante destes três períodos de pastejo ao final de dois anos em termos de rendimento de produto animal em função das densidades arbóreas e das pressões de pastejo praticadas (Tabela 4), revela que os maiores ganhos médios de peso vivo por hectare foram obtidos nas pastagens sob a menor densidade arbórea, independentemente dos

níveis de pressão de pastejo. Por outro lado, maiores rendimentos foram obtidos nas pressões de pastejo médias, independente da densidade arbórea.

TABELA 3: Ganho médio diário (GMD) e ganho por hectare (G/ha) em função da pressão de pastejo, em SSP com eucalipto na densidade de 833 plantas/ha e pastagem nativa, de 23/10/1996 a 08/01/1997 (77 dias). EEA/UFRGS.

Pressão Pastejo (% Peso vivo)	Repetição	¹ (GMD)	² (G/ha)
		kg	
4,8	I	0,195	67,7
4,3	II	0,182	70,0
9,3	I	0,805	220,0
8,8	II	0,403	89,3
11,9	I	0,299	46,3
11,4	II	0,684	159,6

(Silva, 1998), adaptado.

Não houve diferença significativa pelo F teste 5%; Houve efeito significativo por regressão polinomial a 5,5 %.

TABELA 4. Ganho de peso vivo (G/ha) em função da densidade arbórea e da pressão de pastejo aos dois anos de idade da floresta de eucalipto e pastagens cultivada de estação fria e nativa. EEA/UFRGS.

Pressão pastejo (% PV)	Densidade arbórea					
	1666/ha			833/ha		
	G/ha			G/ha		
	Rep. I	Rep. II	Média	Rep. I	Rep. II	Média
	kg					
Alta	155	97	126 b ¹	338	152	245 a
Média	212	224	218 b	520	391	455 a
Baixa	218	169	194 b	272	394	333 a

Médias na linha, seguidas de letras iguais, não diferem pelo F teste a 5%. (Silva, 1998).

As diferenças significativas de rendimento animal em favor da menor densidade arbórea devem ser atribuídas principalmente ao fato de que não houve produção animal no terceiro período de pastejo, ou seja, as pastagens mantidas na mata menos densa permitiram maior número de dias de pastejo, aumentando o rendimento animal por área. Na floresta mais densa, a partir dos 15 meses após o estabelecimento das mudas, a disponibilidade de forragem era muito baixa, principalmente devido a baixa intensidade luminosa no sub-bosque e ao acúmulo da manta orgânica formada por folhas e galhos do eucalipto na superfície do solo.

Por oportuno e veraz, convém referir fato semelhante, ou seja, que o número de dias de pastejo foi reduzido em pastagem nativa utilizada por ovinos, com o aumento da densidade arbórea, conforme foi relatado por Fucks (1999). Neste trabalho foi constatado que para as densidades de 816, 400 e 204 árvores/ha corresponderam 81, 115 e 148 dias de pastejo, respectivamente, confirmando a existência de uma relação inversa entre as duas variáveis. Igualmente, a lotação, a carga animal e o ganho/ha apresentaram um comportamento decrescente com o aumento da densidade arbórea (Tabela 5).

Neste trabalho, as variáveis GMD e G/ha foram afetadas por verminoses nos ovinos, não expressando coerência da resposta biológica em relação as causas de variação (tratamentos). Provavelmente, a elevada pluviosidade e altas temperaturas criaram a proliferação de larvas de parasitas gastrointestinais dos ovinos, reduzindo o desempenho animal, fato que também foi observado em sistemas silvipastoris com *Pinus radiata* e ovinos na Nova Zelândia, segundo Hawke & Percival, 1992.

Outro aspecto destacado neste estudo foi que o pastejo controlado foi eficiente na redução do acúmulo de biomassa da pastagem nativa, diminuindo assim a competição do estrato herbáceo sobre as árvores, bem como os riscos de incêndios florestais.

TABELA 5. Efeito de três densidades de eucalipto sobre a lotação, carga animal (CA), peso médio de animais (PVM), ganho médio diário (GMD) ganho de peso vivo por hectare (G/ha), em 81 dias de pastejo. EEA/UFRGS, dezembro 1997 – maio 1998.

Densidade arbórea (árvore/ha)	Lotação (animais/dia/ha)	CA (kg/ha/dia PV)	PVM (kg/animal)	GMD (g/animal/dia)	G/ha (kg/ha)
816	262,91 ^{1/}	309,23 ^B	27,6 ^A	- 2,9 ^A	- 7,83 ^B
400	483,92	586,23 ^A	28,6 ^A	- 18,3 ^A	- 7,27 ^B
204	558,23	698,57 ^A	30,4 ^A	8,83 ^A	4,66 ^A

Fucks, 1999.

Valores seguidos de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si (DMS, < 0,05)

1/ Houve significância da regressão linear pelo F teste ao nível de 5%.

Desempenho animal em SSP com acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.).

Os estudos desenvolvidos em povoamentos com esta espécie florestal foram iniciados em 1995, na Estação Experimental Zootécnica de Tupanciretã, pertencente a rede da FEPAGRO RS, localizada na região ecofisiográfica do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Os recursos financeiros para esta pesquisa foram alocados pela parceria com a empresa florestal SETA S/A, e pela FAPERGS. O projeto foi conduzido sob a coordenação da equipe técnica da FEPAGRO e da empresa florestal, com a colaboração de docentes, técnicos e estudantes de Pós-Graduação do DPFA/UFRGS e da ULBRA. O sítio experimental foi estabelecido em um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico típico, com textura média, substrato arenítico e relevo ondulado (Streck et al., 1999). pertencente à Unidade Tupanciretã, em uma área de 16,3 hectares, dividida em 12 poteiros individualizados por cerca elétrica, com duas repetições. Os tratamentos iniciais consistiram de duas densidades (1666 e 1000 árvores/ha, nos espaçamentos de 3x2 m e 5x2 m, respectivamente) e três espécies de gramíneas forrageiras perenes de ciclo estival (estação quente) estabelecidas no sub-bosque: a) *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim Braquiarião) ; b) *Panicum maximum* cv. Gatton; c) *Eragrostis plana* (capim-annoni-2), espécie invasora predominante na pastagem nativa, considerada testemunha. O delineamento experimental utilizado foi um fatorial completo 2 x 3 (densidade arbórea x espécies forrageiras) inteiramente casualizado, com duas repetições. A floresta foi estabelecida em outubro de 1995, a cv. Gatton foi semeada na primavera de 1996 e a cv. Marandu em fevereiro de 1998. Foram utilizados bovinos jovens, novilhos ou novilhas com 12 a 18 meses de idade, conduzidos em pastejo contínuo com carga animal variável, ajustada para manter o nível de oferta de forragem entre 10 % - 12 % do peso vivo (em kg de matéria seca verde da forragem disponível por 100 kg de peso vivo) e lotação adequada à taxa de crescimento do pasto.

As avaliações do desempenho animal foram realizadas entre novembro de 1998 e março de 2004, em cinco períodos distintos de pastejo: 1º) inverno de 1998: de 05 de junho a 07 de agosto – 63 dias; 2º) primavera-verão de 1998-99: de 13 de novembro 1998 até 18 de fevereiro de 1999 – 97 dias; 3º) primavera de 2002: de 09 de setembro a 13 de novembro de 2002 – 66 dias; 4º) de 22 de janeiro a 11 de abril de 2003 – 80 dias; 5º) verão: de 01 de dezembro de 2003 a 18 de março de 2004 - 109 dias , totalizando 415 dias de efetiva utilização das pastagens.

Em dezembro de 2000, foi efetuado um desbaste sistemático de 50% em cada uma das densidades arbóreas iniciais, sendo que então, a partir desta data, as novas densidades passaram a ser 833 e 500 árvores/ha, nos espaçamentos de 2x6 m e 2x10 m, respectivamente.

Em função do intenso sombreamento causados pelas árvores aos três anos após sua implantação, o capim Annoni-2 apresentou uma forte redução em sua população, desaparecendo do sub-bosque, sendo substituído pela espécie *Digitaria diversinervis*, estabelecida vegetativamente em janeiro de 2001. Por outra parte, em função das temperaturas extremamente baixas ocorridas no inverno de 2000, a cv. Marandu de *B. brizantha* igualmente sofreu pesadas perdas no seu stand de plantas e foi substituída pela cv. Aruana de *Panicum maximum*, semeada em outubro de 2001.

Deste modo, a partir de janeiro de 2002, os tratamentos em comparação foram os seguintes: a) densidades: 833 e 500 árvores/ha; b) forrageiras: cv. Gatton, cv. Aruana de *P. maximum* e *Digitaria diversinervis*.

O desempenho animal obtido em cada um dos cinco períodos de pastejo são apresentados e discutidos a seguir.

Primeiro período de pastejo: inverno 1998: 05/06 a 07/08/1998.

TABELA 6: Ganho médio diário (kg/novilho/dia) e ganho/ha (kg).

Pastagem	Densidade arbórea			
	833/ha		500/ha	
	GMD	G/ha	GMD	G/ha
	kg			
cv. Gatton I	0,536	66	0,683	108
cv. Gatton II			0,571	42
cv. Marandu I	0,750	33	0,560	38
cv. Marandu II			0,893	81

Silva et al., 1999.

Este primeiro pastejo foi realizado em plena estação fria do ano, com a duração de 63 dias, nos meses de junho e julho. Este fato chama imediatamente a atenção, pois nesta época do inverno a pastagem nativa e as pastagens estivais cultivadas a céu aberto estão queimadas pelas geadas, quando os animais perdem peso corporal. Entretanto, sob a proteção da mata de acácia-negra, tanto a cv. Gatton quanto a cv. Marandu, proporcionaram um substrato forrageiro abundante e de alta qualidade, capaz de proporcionar excelente desempenho dos animais. Este fato novo sinaliza para um extraordinário potencial de uso de SSP e sua contribuição para elevar a produção animal na região do Planalto Médio e outras onde a acácia-negra apresenta viabilidade para ser cultivada.

Segundo período de pastejo: 13 novembro 1998 a 18 fevereiro 1999.

TABELA 7: Ganho médio diário (kg/novilho/dia) e ganho/ha (kg).

Pastagem	Densidade arbórea			
	833/ha		500/ha	
	GMD	G/ha	GMD	G/ha
	kg			
cv. Gatton	0,644 A	104	0,696 A	169
cv. Marandu	0,573 AB	105	0,690 A	195
Capim-Annoni-2	0,539 AB	95	0,417 B	122
Média	0,585	101 a	0,601	162 b

Silva et al., 1999.

A partir do verão-outono de 1999, aumentou expressivamente o sombreamento do sub-bosque devido à elevada estatura das árvores de acácia-negra. Ao final do ano 2002, em dezembro, foi efetuado o desbaste sistemático de 50% das árvores dos povoamentos inicialmente estabelecidos com 1666 e 1000 árvores/ha, visando a abertura da comunidade para permitir maior penetração da radiação solar incidente, e em consequência, maior rendimento de forragem seca. A avaliação das pastagens com animais foi retomada somente na primavera de 2002.

Terceiro período de pastejo: 09 setembro a 13 novembro 2002.

TABELA 8: Ganho médio diário (kg/novilho/dia) e ganho/ha (kg). 66 dias de pastejo. Médias de duas repetições.

Pastagem	Densidade arbórea			
	833/ha		500/ha	
	GMD	G/ha	GMD	G/ha
	kg			
cv. Gatton	0,473	68	0,420	72
cv. Aruana	0,617	91	0,458	68
D. diversinervis	0,821	126	0,626	96
Média	0,637	95	0,501	79

Castilhos et al., 2003.

Neste curto período de pastejo, foram avaliados pela primeira vez, os ganhos de peso vivo animal proporcionados pela cv. Aruana de *Panicum maximum* semeada em outubro de 2001 e da espécie *Digitaria*

diversinervis, gramínea exótica de ciclo estival, de origem africana, estabelecida vegetativamente em janeiro de 2001. Os ganhos mais expressivos foram proporcionados justamente por estes dois genótipos recém estabelecidos, particularmente *D. diversinervis* com GMD de 0,831 kg/animal e G/ha de 126 kg. Os piores resultados foram obtidos com a cv. Gatton.

Quarto período de pastejo: 22 janeiro a 11 abril 2003.

TABELA 9: Ganho médio diário (kg/novilho/dia) e ganho/ha (kg). 80 dias de pastejo. Médias de duas repetições.

Pastagem	Densidade arbórea			
	833/ha		500/ha	
	GMD	G/ha	GMD	G/ha
	kg			
cv. Gatton	0,813	133	0,713	132
cv. Aruana	0,714	125	0,796	172
<i>D. diversinervis</i>	0,780	144	0,694	130
Média	0,769	134	0,734	147

Castilhos et al., 2003.

Este período de avaliação foi caracterizado marcadamente por excelente pluviosidade, a qual proporcionou altos rendimentos de forragem, com excelente GMD nas três pastagens e satisfatórios ganhos por hectare, revelando o alto potencial de produção animal destas três forrageiras, quando utilizadas em SSP.

Quinto período de pastejo: 01 dezembro 2003 a 18 março 2004.

TABELA 10: Ganho médio diário (kg/novilho/dia) e ganho/ha (kg). Médias de duas repetições.

Pastagem	Dias de Pastejo	Densidade arbórea			
		833/ha		500/ha	
		GMD	G/ha	GMD	G/ha
		kg			
cv. Gatton	108	0,699	314	0,778	360
cv. Aruana	108	0,735	275	0,864	380
<i>D. diversinervis</i>	93	0,909	288	0,780	290
Média		0,781	292	0,807	343

Lucas, 2004.

Este período refere-se a última avaliação da produção animal realizada neste experimento. As duas cultivares de *Panicum maximum* foram pastejadas durante 108 dias, de 01 dezembro 2003 até 18 março 2004, enquanto *D. diversinervis* foi utilizada por 93 dias, até 03 de março 2004. Este menor número de dias de pastejo foi consequência de uma forte estiagem ocorrida na região durante o mês de fevereiro 2004, a qual reduziu acentuadamente o rendimento de forragem desta gramínea. Entretanto, os resultados obtidos confirmam os excelentes GMD dos animais alcançados no período anterior em pastagens de *D. diversinervis*, porém os ganhos por área foram menores do que os obtidos pelas cvs. Gatton e Aruana.

Desempenho animal no ciclo completo de pastejo:

Uma apreciação do desempenho animal no ciclo completo de pastejo neste trabalho com acácia-negra e pastagens de verão está resumida na Tabela 11.

Uma simples análise comparativa do desempenho animal nos dois ciclos de pastejo revela que houve um modesto incremento médio no GMD da ordem de 15,6%, mas que um aumento relativo bem maior, 46,8% em média, ocorreu com o G/área, do primeiro para o segundo ciclo. Este fato provavelmente aconteceu, por um lado, porque duas das espécies inicialmente estabelecidas, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e o Capim-annoni-2, são consideradas de baixa qualidade – o que reduziu o GMD - e, por outro lado, seus respectivos rendimentos de forragem foram reduzidos pelo intenso frio do inverno do ano 2000 e pelo sombreamento excessivo provocado pelo aumento da altura das árvores – o que reduz o G/ha. A substituição destas espécies pela cv. Aruana de *Panicum maximum* e por *Digitaria diversinervis* provou ser vantajosa para aumentar o desempenho animal no segundo ciclo de pastejo sob as novas e menores densidades arbóreas no sistema. Além disso, é muito importante destacar a longevidade produtiva da cv. Gatton ao longo de quase oito anos (desde a primavera de 1996 até outono 2004), um exemplo notável de adaptação deste genótipo as condições ambientais sub-ótimas dos SSP, capaz de proporcionar 415 dias de pastejo com produção total de 294 kg/ha de ganho de peso vivo.

TABELA 11: Ganho médio diário (kg/novilho/dia) e ganho/ha (kg), sob duas densidades arbóreas. Médias de duas repetições.

A) Primeiro ciclo de pastejo, entre junho 1998 até fevereiro de 1999, com 161 dias de pastejo, antes do desbaste da floresta.

Pastagem	Densidade arbórea			
	1666 / ha		1000 / ha	
	GMD	G/ha	GMD	G/ha
	kg			
cv. Gatton	0,590	85	0,650	106
cv. Marandu	0,661	69	0,714	105
Capim Annoni-2	0,539	95	0,417	122
Média	0,596	83	0,593	111

B) Segundo ciclo de pastejo, entre janeiro 2001 e março 2004, com 254 dias de pastejo, após o desbaste da floresta.

cv. Gatton	0,662	172	0,637	188
cv. Aruana	0,688	164	0,706	207
D. diversinervis	0,837	186	0,700	172
Média	0,729	174	0,681	189
Dif. A/B - %	+18,3	+52,3	+13,0	+41,3

A interação árvore x animal em pastejo.

Ao iniciar o planejamento de um SSP é necessário considerar com particular atenção tanto o impacto inicial desta interação entre o animal e a árvore quanto suas repercussões sobre o futuro desempenho do sistema. O ponto de maior relevância sem dúvida é assegurar que o contato do animal com a árvore não produza danos físicos à estrutura da planta em início de desenvolvimento, pois os eventuais stress decorrentes de redução de área foliar, quebra de ramos, tombamento e morte de plantas, dentre outros, geralmente provocam distúrbios fisiológicos irreversíveis, com prejuízos financeiros significativos. Na prática, as empresas florestais geralmente permitem que bovinos sejam introduzidos e mantidos em florestas cultivadas convencionais, de eucalipto ou acácia-negra por exemplo, a partir de dois anos de idade das árvores. Neste caso, em geral as árvores já atingiram alturas superiores a dois metros e cerca de 10 – 12 cm de DAP, condição que minimiza a ocorrência de danos mais sérios impostos ao material arbóreo pelo bovino em pastejo. Entretanto, se por um lado esta prática de manejo reduz substancialmente o eventual dano provocado pelo animal, por outro lado ela permite o desenvolvimento livre, progressivo e crescente da competição da vegetação herbácea nativa sobre as mudas na fase de estabelecimento. Neste caso, o controle químico é indispensável, sendo rotineiramente realizadas diversas aplicações de herbicidas seletivos, as quais podem aumentar expressivamente o custo de produção, além de apresentar um alto risco de degradação ambiental. Estas informações permitem concluir que a integração da ação animal de consumir a vegetação herbácea sem danificar as mudas das espécies arbóreas, constitui-se na alternativa ideal para evitar os efeitos colaterais prejudiciais dos herbicidas ao meio ambiente.

Tendo em vista este objetivo geral, foi conduzido um trabalho na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, localizada em Eldorado do Sul, RS, (Varella & Saibro, 1999). Nesta pesquisa foram comparados os efeitos do pastejo por ovinos e por bovinos e da aplicação de herbicidas para o controle da vegetação nativa e os danos provocados às mudas de eucalipto (*Eucalyptus saligna*), aos sete meses após o plantio.

Na Tabela 12 observa-se que o pastejo tanto por ovinos quanto por bovinos reduziu significativamente a massa de forragem herbácea em relação à testemunha e aos sistemas de controle com herbicidas, mas não foram detectadas diferenças entre o pastejo com bovinos ou ovinos quanto à disponibilidade da forragem na linha de plantio das mudas. Estes resultados mostram, portanto, que bovinos e ovinos são eficientes agentes controladores da vegetação do sub-bosque, especialmente na faixa de plantio do eucalipto, local onde a competição por água e nutrientes é mais intensa no ano do estabelecimento da floresta. Isto, portanto, deve favorecer o rápido crescimento das mudas.

Além disso, este estudo também revelou diferenças entre estas duas espécies animais quanto aos danos causados às plantas de eucalipto, mostrando que os bovinos causaram maiores danos e redução de área foliar do que os ovinos (Tabela 13).

TABELA 12: Disponibilidade total de forragem herbácea seca nas entrelinhas e linhas de povoamentos de *Eucalyptus saligna*, logo após a retirada dos animais. Médias de 3 densidades arbóreas e 2 repetições. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS. Agosto 1996.

Sistema de controle	Forragem seca/ha	
	Entrelinhas	Linhas
	kg	
Sem Controle: Testemunha	4852 a	3052 a
Herbicida Pré-emergente	nd.	3004 b
Herbicida Pré + Pós emergente	nd.	2106 c
Pastejo bovinos	3373 b	1344 d
Pastejo ovinos	3624 b	1258 d

(Varella & Saibro, 1999).

Médias, nas colunas, seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de F de contrastes ortogonais a 5%.

Início do pastejo: Sete meses após o plantio das mudas.

Densidades: 204, 400, 816 mudas/ha.

Espaçamentos: 7,0 x 7,0 m ; 5,0 x 5,0 m ; 3,5 x 3,5 m.

TABELA 13: Danos e redução de área foliar causados por bovinos ou ovinos às plantas de *Eucalyptus saligna*. Médias de 3 densidades arbóreas e 2 repetições. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS. Agosto 1996.

Sistemas	Altura das mudas cm	Danos Escore	Redução de área foliar %
Pastejo por bovinos	182	B 3,30 a	38,35 a
Pastejo por ovinos	154	B 1,84 b	8,78 b

Adaptado de Varella & Saibro (1999).

Médias na coluna, seguidas de letras iguais, não diferem pelo teste F de contrastes ortogonais a 5%.

Escores: A (sem dano);

B 1 (dano leve, atingindo ramos inferiores);

B 2 (dano médio, ramos da altura média);

B 3 (dano severo, ramos altos);

B 4 (dano muito severo, ramos altos e ponta do caule);

B 5 (dano máximo, atingindo toda a planta).

Por outro lado, foi observada uma estreita relação entre a intensidade do dano e a altura das mudas no momento da introdução dos animais na área. Na presença de bovinos, os danos mais severos (nível B 3,30) ocorreram em plantas com altura inicial inferior a 182 cm, enquanto que com ovinos esta altura foi de 154 cm (nível B 1,84). Neste sentido, os ovinos apresentam maior eficiência de controle quando se deseja antecipar o pastejo em áreas florestais recém estabelecidas.

A importância prática destes resultados consiste no fato de que a entrada dos animais na área florestada pode ser antecipada com segurança em até 12 meses em relação a recomendação atual, visando controlar a competição inicial da vegetação herbácea pelo pastejo controlado tanto de ovinos quanto de bovinos, sem danos significativos às mudas. Tal providência certamente redundará em vantagem financeira para o SSP, por conta dos elevados custos dos herbicidas aplicados, e ao mesmo tempo contribuirá para reduzir os riscos de contaminação ambiental.

Embora este trabalho tenha contribuído para esclarecer algumas relações importantes da interface árvore x animal em nosso meio, é preciso considerar que outros aspectos relevantes desta interação igualmente deverão ser estudados detalhadamente, afim de que se possa formular recomendações práticas de manejo com segurança aos produtores silvipastoris. Segundo Popay & Field (1996) os danos provocados às árvores pelos animais em pastejo dependem basicamente da qualidade do substrato forrageiro presente no sub-bosque e da palatabilidade das folhas da espécie arbórea. Isto significa que as espécies forrageiras a serem utilizadas em SSP devem apresentar valor nutritivo superior ao da folhagem das plantas arbóreas.

Em outro estudo, conduzido na EEA/UFRGS, foi observado que o dano de maior intensidade provocado por bovinos jovens em pastejo em um SSP com eucalipto, foi por mastigação da ponta das árvores, com 3,71% das árvores sendo atacadas nos poteiros com densidade arbórea de 1666 plantas/ha, mas na densidade de 833 árvores/ha, a intensidade deste tipo de dano foi menor (2,22%), conforme relatado por Silva & Saibro (1996). Outros tipos de danos (folha mastigada, galho mastigado, ponta quebrada), além de mudas mortas e tombadas, ocorreram com intensidades muito baixas, geralmente menores do que 3%. Entretanto, a análise estatística destes resultados não revelou diferenças significativas entre danos produzidos pelos novilhos, em função das densidades arbóreas ou níveis de pressão de

pastejo. Foi destacado pelos autores que os baixos índices de danos ocorreram em virtude de que o substrato forrageiro disponível era de excelente qualidade em comparação com a folhagem do eucalipto, além do fato de terem sido usados animais jovens de baixo peso, ao redor de 220 kg/animal em média. Por outro lado, o crescimento das árvores em altura não foi interrompido durante o período de pastejo, pois a diferença da altura média antes e após o pastejo foi significativa, indicando que os danos sofridos não afetaram de modo apreciável os processos fisiológicos responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento das árvores, embora ocorresse uma leve redução na sobrevivência das árvores (Tabela 14).

TABELA 14: Taxa de sobrevivência e altura média das árvores de eucalipto aos 9 meses de idade, antes e depois do período de 64 dias de pastejo em mistura de azevém-anual + trevo-vesiculoso. Média de 90 árvores e duas repetições. EEA/UFRGS.

Variável	Antes pastejo	Depois pastejo
Sobrevivência (%)	97,6 a	96,4 b
Altura média (m)	2,24 a	3,49 b

Valor médio na linha, difere pelo teste de Tukey 5%. (Silva, 1998).

Por outro lado, é importante considerar igualmente os possíveis efeitos indiretos que a presença do animal poderá provocar sobre o componente arbóreo após a fase de estabelecimento do povoamento. Este tema foi abordado por Fucks (1999) em trabalho conduzido na EEA/UFRGS, no qual, entre outros aspectos, foi avaliado o desenvolvimento e produção de madeira do eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em um sistema silvipastoril com três densidades (816, 400, 204 árvores/ha), com ou sem pastejo por ovinos em pastagem nativa, com uma oferta de forragem equivalente a 20% do peso vivo dos animais, de dezembro de 1997, quando o povoamento tinha 2,75 anos de idade, até maio de 1998 (Tabela 15).

TABELA 15: Diâmetro a altura do peito (DAP) e altura de árvores com ou sem pastejo por ovinos. EEA/UFRGS, dezembro 1997 – maio 1998.

Densidade árvores/ha	DAP/ (cm)			Altura (m)		
	Com	Sem	Média	Com	Sem	Média
816	10,73 ^{Ba}	9,47 ^{Ab}	10,10 ^B	11,25 ^{Aa}	9,90 ^{Ab}	10,58 ^A
400	11,62 ^{Aa}	9,95 ^{Ab}	10,79 ^A	10,85 ^{Aa}	9,43 ^{Ab}	10,14 ^B
204	12,36 ^{Aa}	9,70 ^{Ab}	11,03 ^A	9,62 ^{Ba}	8,32 ^{Bb}	8,97 ^C
Média	11,57 ^a	9,71 ^b	10,64	10,57 ^a	9,22 ^b	9,89

Fucks, 1999.

Valores seguidos de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si (DMS, $P < 0,05$).

Foi constatado que o pastejo aumentou significativamente o DAP e a altura das árvores, em média 19,2% e 14,6% superiores em relação às áreas não pastejadas, respectivamente. Estes resultados indicam que o pastejo ovino intensifica o desenvolvimento das árvores de eucalipto, mostrando benefícios diretos para o desempenho do sistema ao integrar a árvore e o animal em povoamentos florestais mais velhos. Este notável efeito pode ser explicado porque o pastejo reduz o crescimento das plantas herbáceas presentes no sub-bosque, diminuindo a sua competição sobre a árvore pela água e nutrientes minerais presentes na solução do solo, o que pode promover maior crescimento da árvore adulta. Além disso, o retorno de nutrientes via fezes e urina representa uma fonte adicional de insumos para a interface solo-planta do sistema e também pode contribuir diretamente para estimular o desenvolvimento arbóreo. Os resultados obtidos neste experimento são contundentes em mostrar o efeito benéfico da presença dos animais como agentes controladores da competição do substrato herbáceo em relação as árvores, proporcionando maior desenvolvimento em diâmetro dos caules, conseqüentemente agregando maior valor e qualidade ao produto florestal, em apoio à tese geral de obtenção de mútuos benefícios pela integração do animal ao ambiente florestal.

Examinadas em conjunto, estas informações oferecem uma oportunidade ímpar para definir novas estratégias de gestão relativas à fase de implantação de SSP no ambiente edafoclimático do Estado. Entre elas, podem ser consideradas:

Antecipação da entrada dos animais na floresta recém estabelecida, visando reduzir a competição do substrato herbáceo da pastagem nativa;

Explorar características do comportamento ingestivo de diferentes categorias de bovinos e ovinos em pastejo, com vistas a reduzir seus danos sobre as árvores;

Oportunidades para executar novas práticas de manejo florestal, particularmente a redução da densidade inicial de plantio em novos povoamentos e/ou definir momentos para realizar desbastes estratégicos, visando reduzir o sombreamento do sub-bosque e a competição por água e nutrientes do solo;

Uso de espécies forrageiras cultivadas mais tolerantes ao sombreamento moderado, mais persistentes em rendimento e qualidade da forragem, especialmente de leguminosas;

ASPECTOS ECONÔMICOS – FINANCEIROS DOS SSP.

Considerando que a realidade do Estado em termos de produção florestal é hoje voltada quase que exclusivamente para a exploração de florestas cultivadas e que a integração da produção florestal com a produção animal ainda não ocorre de forma expressiva, praticamente não foram ainda conduzidos trabalhos com o objetivo de avaliar os SSPs sob o aspecto econômico-financeiro. Por outra parte, os poucos projetos de pesquisa desenvolvidos com SSP visando determinar especialmente as relações solo-árvore-pastagem-animal, ainda não conseguiram despertar o interesse dos economistas florestais para estudar este relevante aspecto do sistema, considerado fundamental para embasar a tomada de decisões relativas à adoção de SSP pelos produtores.

Por estas razões e numa tentativa de desenvolver uma aproximação com um sistema real de produção, são apresentadas algumas comparações de ordem financeira a fim de submeter a consideração e crítica dos produtores, pesquisadores e de grupos envolvidos economicamente com SSP.

Na Tabela 16 estão apresentados comparativamente alguns exemplos de estimativas de receita bruta em sistemas de produção agrícola-pastoril usados no RS e um SSP com acácia-negra e pastagens de verão conduzido em Tupanciretã, RS, de 1995 até 2004.

Observa-se que a estimativa de receita bruta anual por hectare para o SSP com acácia-negra e *Panicum maximum* cv. Gatton é superior a de muitos outros sistemas de produção pastoris praticados no RS, particularmente aqueles baseados na pastagem nativa original e em diversos modos de seu melhoramento. Este fato indica que os SSP com acácia-negra podem ser viáveis do ponto de vista financeiro para as condições do Rio Grande do Sul.

TABELA 16. Comparação de sistemas de produção agrícola-pastoris no Rio Grande do Sul, em termos de estimativa de receita bruta anual por hectare.

SISTEMAS DE PRODUÇÃO	Rendimento Kg/ha	Estimativa de receita bruta anual R\$/ha
1. Pastagem nativa original, média	50	93,00
2. PNM+P, past. contínuo; GMD 0,509 kg/d.	160	296,00
3. PNM+P, past. rotativo ; GMD 0,514 kg/d.	174	322,00
4. PNM com (G+L) estação fria	468	866,00
5. Past.cult. Estação fria (G+L)	543	1004,00
6. Past. cult. Estação fria (G+Nitrogênio)	753	1393,00
7. Past. Cult. Estação quente (G+baixo N)	397	734,00
8. Past. Cult. Estação quente (G+alto N)	560	1036,00
9. SSP – Acácia 1000-500 árv./ha + cv. Gatton		1220,00
10. SSP Acácia 1666-833 árv./ha + cv. Gatton		1642,00
11. Lavoura de Arroz (Castilhos e Saibro, 2003).	5500	3524,00

Por outro lado, verifica-se na Tabela 17 que a madeira foi o produto mais valioso do sistema, seguido pelo valor da casca, sendo o produto animal o de menor valor, independente da densidade arbórea. Entretanto, na menor densidade arbórea, a participação relativa do produto animal foi superior àquela obtida na maior densidade, revelando o caráter antagonístico do desempenho produtivo dos componentes arbóreo e forrageiro geralmente observado em sistemas silvipastoris. No total, a maior densidade arbórea proporcionou uma receita bruta estimada cerca de 35% superior à obtida na menor densidade, por conta da expressiva participação do componente arbóreo (90%).

TABELA 17. Valor estimado de receita bruta e participação relativa de cada um dos produtos em um sistema silvipastoril com acácia-negra e pastagem de *Panicum maximum* cv. Gatton, em Tupanciretã, RS.

Densidade arbórea (ha)	Madeira (R\$/ha)	Casca (R\$/ha)	Animal (R\$/ha)	Total (R\$/ha)
1000 – 500	6297,00 (64,5%)	1813,00 (18,6%)	1647,00 (16,9%)	9757,00 (100,0%)
1666 – 833	9235,00 (70,3%)	2607,00 (19,8%)	1295,00 (9,9%)	13137,00 (100,00%)

(Castilhos e Saibro, 2003).

Além disso, é necessário considerar que os SSP proporcionam ingressos “extras” ou indiretos ao produtor, entre eles a proteção contra a erosão do solo, o expressivo retorno de nutrientes minerais via excreta dos animais, o aumento da velocidade de ciclagem dos nutrientes no sistema via árvores (Calil, 2003) e a incorporação do nitrogênio atmosférico ao solo pela sua fixação simbiótica por leguminosas forrageiras herbáceas – as espécies de trevos por exemplo – ou arbóreas, como a acácia-negra. Embora muito expressivos do ponto de vista biológico, infelizmente estes benefícios geralmente não são sequer considerados por seu valor para a preservação e melhoramento ambiental, por ser de difícil valoração financeira.

Na verdade, por outro lado, uma das principais razões para realizar estudos do desempenho físico-produtivo dos SSP, é oferecer uma oportunidade para avaliar simultaneamente o desempenho econômico-financeiro dos SSP, visando entre outros aspectos, o desenvolvimento de modelos teóricos de simulação que possam contribuir positivamente para definir as estratégias de manejo que permitam otimizar o desempenho dos produtos finais e maximizar os lucros da exploração sustentável dos sistemas silvipastoris no ambiente físico, social e econômico do Rio Grande do Sul.

ADOÇÃO DE SISTEMAS SILVIPASTORIS.

De um modo geral, colocar em prática novas tecnologias geradas pela pesquisa, ou seja, sua adoção pelos produtores, é um processo extremamente complexo, cujo sucesso depende da superação de problemas de ordem política, cultural, financeira, psicológica, dentre outros. No caso particular dos SSP no RS, esta tarefa pode ser ainda mais difícil, pois embora tanto a pecuária quanto a atividade florestal isoladas sejam bastante praticadas, a sua integração sob a forma de um sistema sustentável carece de tradição, e por esta razão a sua adoção torna-se ainda mais problemática e remota, sendo o seu desconhecimento uma grande barreira a ser superada.

Os esforços da pesquisa em SSP são realizados com a convicção de que tais sistemas apresentam inúmeras e fortes vantagens econômicas, ambientais, sociais, etc., e tem um enorme potencial de uso em nosso meio, embora eles ainda não sejam efetivamente utilizados. A sua adoção de modo mais expressivo depende de vários fatores, mas certamente passa por nossa competência em gerar os dados adequados – tecnologias apropriadas-, transmiti-los aos produtores e prestar a assistência necessária à sua correta utilização. Trata-se, pois, de um tema muito especial e como tal deve ser encarado, pois serão em vão todos os esforços da pesquisa se as tecnologias geradas não forem aplicadas pelos produtores rurais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O sucesso da futura utilização de SSP no sul do Brasil depende fundamentalmente da existência de uma demanda favorável dos mercados consumidores interno e no exterior para os produtos florestais e pecuários. Esta condição certamente seria capaz de atrair o interesse dos produtores rurais para atuar lucrativamente nesta atividade. Adicionalmente, em nível regional, o êxito na atividade depende igualmente da existência de tecnologias apropriadas desenvolvidas localmente para dar o indispensável suporte técnico e contribuir para definir as estratégias operacionais do sistema de produção.

Neste sentido, para que a pesquisa científica na área possa corresponder aos interesses da sociedade e da comunidade dos produtores é indispensável que alguns aspectos sejam devidamente atendidos:

Continuidade e consolidação de pesquisas envolvendo a integração sistêmica dos principais componentes dos SSP: solo-árvore-pastagem-animal, as quais permitam acumular à curto ou médio prazos, um acervo de conhecimentos básicos necessários para o desenvolvimento de “pacotes de tecnologia” para uso dos produtores;

Promover estudos sobre os aspectos econômicos-financeiros dos SSP a partir de experimentos agrônomo-florestais e de trabalhos aplicados de validação das tecnologias recomendadas, como um instrumento para agilizar e apoiar processos de tomada de decisão por parte de agências oficiais, empresas florestais ou produtores rurais;

Estes esforços idealmente devem ser realizados com a participação de todos os agentes envolvidos com a adoção e desenvolvimento dos SSP em nosso meio: empresas florestais, universidades, agências financiadoras, instituições oficiais de pesquisa, produtores rurais e suas entidades associativas, atuando de modo integrado, multi-institucional e interdisciplinar, com coordenação centralizada. Deste modo, será possível ter uma absoluta objetividade nas pesquisas, evitando duplicidade de esforços e de custos, obtendo simultânea e rapidamente, as informações mais relevantes para estimular a adoção inicial e um expressivo desenvolvimento no curto prazo dos SSP no sul do Brasil.

Para atingir estes objetivos são necessários inúmeros recursos. Talvez o mais importante deles, os recursos humanos adequadamente treinados para enfrentar exitosamente este desafio, estão amplamente disponíveis no RS e na região Sul do país. Os investimentos financeiros são indispensáveis e sua maior ou menor disponibilidade para pesquisas depende de decisões políticas e/ou gerenciais nem sempre baseadas estritamente no mérito dos projetos, particularmente daqueles que demandam maiores prazos para sua execução, como é o caso dos SSP. Na atualidade, as agências oficiais financiadoras de pesquisas, tanto estadual quanto federais, passam por sérias dificuldades financeiras, conseguindo atender apenas uma ínfima parcela da demanda total. Obviamente, neste momento, somente parcerias entre empresas que atuam na cadeia de base florestal e instituições de pesquisa, podem oferecer uma solução concreta para esta questão do financiamento de projetos de pesquisa nesta área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- CALIL, F.N. 2003. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em um sistema silvopastoril com *Acacia mearnsii* De Wild., no município de Tupanciretã, RS.** Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, RS. 77 p. 2003. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal).
- CASTILHOS, Z.M.S.; SAVIAN, J. F.; SANTOS, E.M.; AMARAL, H.R.B.; BELTRÃO, L. 2003. Sistema silvipastoril com acácia-negra (*Acacia mearnsii*): Desempenho dos componentes arbóreo e animal. In: Anais do IX Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, 10 13 de setembro de 2003, Nova Prata, RS. 8p.
- CASTILHOS, Z.M.S.; SAIBRO, J.C. 2003. Palestra proferida no Iº Simpósio Florestal e Cadeias Produtivas em Uruguiana, de 24 a 25 de setembro de 2003. Agência de Desenvolvimento de Uruguiana.
- FUCKS, L.F.M. 1999. **Dinâmica da pastagem nativa, desempenho de ovinos e desenvolvimento arbóreo em sistema silvipastoril com três populações de *Eucalyptus saligna*.** Dep. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, UFRGS. Porto Alegre, RS. 174 p. 1999. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Plantas Forrageiras).
- HAINES, P.J., BELL, A.B., THATCHER, L.P. 1994. Evaluation of some factors involved in reducing browsing damage to eucalypt trees by sheep. **Australian J. Exp. Agric.**, 34(5): 601-607.
- HAWKE, M. F.; PERCIVAL, N. S. Sheep growth rates under *Pinus radiata*. In: NEW ZEALAND SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION, 32, 1992. **Proceedings...** Lincoln, 1992. p. 229-231.
- LUCAS, N.M. **Desempenho animal em sistema silvipastoril com acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) e rendimento de matéria seca de cultivares de *Panicum maximum* sob dois regimes de luz solar.** Dep. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, UFRGS. Porto Alegre, RS. 174 p. 2004. (Tese de Doutorado em Zootecnia – Plantas Forrageiras).
- POPAY, I., FIELD, R. 1996. Grazing animals as weed control agents. **Weed Technology**, 10(1): 217-231.
- SAIBRO, J.C. 2001. Animal production from tree-pasture association systems in Brazil. In: Proceedings of the XIX International Grassland Congress, São Pedro, SP, de 11 a 21 de fevereiro 2001. p. 637-643.
- SILVA, J.L.S. **Produtividade de componentes de um sistema silvipastoril constituído por *Eucalyptus saligna* e pastagens cultivada e nativa no Rio Grande do Sul.** Departamento de Zootecnia- UFV. Viçosa/MG. 174 p. 1998. (Tese de Doutorado).
- SILVA, J.L.S.; CASTILHOS, Z.M.S.; SAVIAN, J.F.; GUTERRES, E.; AMARAL, H.R.B. Desempenho animal e forragem residual em sistema silvipastoril com acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) e pastagens de verão no Rio Grande do Sul. In: Anais da xxxv Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia
- SILVA, J.L.S.; GARCIA, R.; SAIBRO, J.C. Desempenho de bovinos e seus efeitos sobre as árvores em floresta de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) na região fisiográfica da Depressão Central do RS. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS, 4, 1996, Belo Horizonte. Biosfera, Volume de Resumos. P. 342-345. 1996.
- SILVA, J.L.S.; SAIBRO, J.C. Utilização e manejo de sistemas silvipastoris. In: CICLODE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE. Ênfase: manejo e utilização sustentável de pastagens. **Anais...** 4 a 7 de maio de 1998. Canoas. Ed. da ULBRA. P. 3-28. 1998.
- SILVA, J.L.S.; SAIBRO, J.C.; SOARES, L.H.B. Desempenho produtivo de bovinos via pastejo do sub-bosque forrageiro em mata de eucalipto. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 30. SBZ. **Anais.** 18 a 23 de julho, 1993, Rio de Janeiro-RJ. p.61. 1993.
- SILVA, J.L.S.; SAIBRO, J.C.; GARCIA, R.; COUTO, L.. Desempenho animal e de pastagem de inverno em sistema silvipastoril com eucalipto no ano de seu estabelecimento no RS. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35. SBZ. **Anais.** 27 a 31 de julho, 1998, Botucatu, SP. p.191-193. 1998.
- STRECK, E.V. et. al. **Atualização da classificação taxonômica das unidades de mapeamento do levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: EMATER, 1999.
- VARELLA, A. C. **Uso de herbicidas e de pastejo para o controle da vegetação nativa no ano do estabelecimento de três densidades de *Eucalyptus saligna* Smith.** Faculdade de Agronomia UFRGS, Porto Alegre, RS. 101 p. 1997. Curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Forrageiras. (Dissertação de Mestrado).
- VARELLA, A.C., SAIBRO, J.C. 1999. Uso de bovinos e ovinos como agentes de controle da vegetação nativa sob três populações de eucalipto. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 28, n. 1, p. 30-34.

**EXPERIENCIAS SOBRE MANEJO SILVOPASTORIL EN MISIONES Y NE DE CORRIENTES,
ARGENTINA***

**EXPERIENCES ON SILVOPASTORAL MANAGEMENT IN MISIONES AND NE OF CORRIENTES,
ARGENTINA**

Fassola H. E.², Lacorte S.M.³, Pachas N.⁴, Keller A.⁵

RESÚMEN

Los sistemas silvopastoriles se están difundiendo aceleradamente en el NE de Corrientes y la Provincia de Misiones. Los fundamentos técnicos de estos comienzan a establecerse a mediados de la década de 1980, aunque la rápida adopción que de ellos está haciendo el sector productivo se debe a que han identificado cuatro fuentes de ganancias. Estas son la diversidad de la oferta, la calidad del producto que autoriza un precio superior, la posibilidad de introducir innovaciones comerciales y la posibilidad permanente de reducción de costos. A los fines de brindar elementos que favorezcan una adecuada toma de decisiones en la última década se iniciaron una serie de ensayos que han permitido identificar una serie de ventajas de estos sistemas. Estando fundamentalmente las referidas mismas a la calidad del producto, aunque se carece por el momento de modelos integrados, empíricos o de procesos, que permitan comprender acabadamente las interrelaciones de los elementos del sistema ante diversas situaciones.

Palabras clave: sistemas silvopastoriles, modelos, manejo silvopastoril.

ABSTRACT

Silvopastoral systems are diffusing in an accelerate way in NE Corrientes and the Province of Misiones. Its technical basement began to be established in the middle 80's, although fast adoption by the productive sector is due to the identification of four fonts of profits: offer diversity, quality of the products that allow to superior prices, possibility of introducing commercial innovations and the possibility of permanent cost reduction. In order to develop models that allow correct decision making process, during the last decade different trials were established. As result of this it could be to possible to verify several advantages of this production system, mainly referring to product quality. But up to the moment there's not available integers models, empirics or of processes, which could be used to understand the interrelations of all the elements of the system under different situations.

Key words: silvopastoral systems, models, silvopastoral management

INTRODUCCIÓN

La región ecológica con clima subtropical sin estación seca (Papadakis, 1974), que comprende las provincias de Misiones y NE de Corrientes presenta zonas con historias muy diferenciadas en el empleo de sus recursos naturales (Fig. 1).

La subregión ecológica comprendida por los departamentos del sur de la provincia de Misiones, Candelaria, San Ignacio, Apóstoles y los del NE de Corrientes, Ituzaingó y Santo Tomé (1), cubierta por pastizales, se abocó a la actividad ganadera desde el arribo de los Jesuitas en el siglo XVII. Transformándose en la actividad característica hasta nuestros días, donde la cría de bovinos sobre la base de razas con alta proporción de sangre índica es la preponderante.

Las subregiones ecológicas ubicadas en los departamentos del centro y norte de Misiones (2 y 3), lindantes con Paraguay y Brasil, caracterizados por la presencia de la formación boscosa de la Selva Paranaense o Mata Atlántica, no es sino hasta el arribo de las corrientes inmigratorias de inicio del siglo XX que se incorporan al quehacer económico nacional, principalmente a través de la explotación de recursos forestales nativos y el cultivo de yerba mate (*Ilex paraguayensis*).

* Las actividades mencionadas en este artículo han sido parcialmente financiadas por el Proyecto forestal de Desarrollo (Convenio SAGPYA-BIRF) y el PAN 437 "Sistemas silvopastoriles en la República Argentina".

²Ing. Ftal MBA. Investigador. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax : ++54 3751 480 057 / 480 512. email: hfassola@ceel.com.ar

³ Ing. Agr. MSc. Investigador. INTA CA Zaimán. R. 12 Km 7,5 (3300) Posadas, Misiones, Argentina. TE y Fax : ++54 3752 480 060. email: intasml@arnet.com.ar

⁴ Ing. Agr. Becario. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax : ++54 3751 480 057 / 480 512. email: apachas@agro.uba.ar

⁵ Ing. Ftal. Pasante. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax : ++54 3751 480 057 / 480 512. email: intam@ceel.com.ar

El cultivo de especies forestales de rápido crecimiento se inicia en esta región a fines de la década de 1940 con la radicación de industrias celulósicas en una primera instancia, siendo posteriormente impulsada por los sistemas de incentivos. Mediante estos, la implantación de coníferas, preferentemente, condujeron a que Misiones se constituyera en la principal provincia forestal del país abasteciendo un 40 del consumo nacional de rollizos. Esta actividad se expande fuertemente durante la década de 1990, conformándose otro polo forestal de importancia en el NE de Corrientes. La totalidad de la superficie implantada en toda la región supera en este momento los 500.000 has



FIGURA 1 - Provincia de Misiones y NE de Corrientes

(1-2-3 Subregiones ecológicas, Papadakis, 1974)

áreas promocionadas para forestación
Province of Misiones and NE of Corrientes

Sin embargo a pesar de pertenecer esta superficie en aproximadamente un 50 % a pequeños y medianos productores poco integrados al sector celulósico o de tableros, la actividad silvopastoril no alcanzó un desarrollo significativo. Fassola y Pachas (2004a). señalan que las bases de técnicas de manejo de este sistema comienzan a fundamentarse a partir de mediados de la década de 1980, cuando se inician estudios tanto desde lo forestal como desde lo ganadero -convergiendo posteriormente-, por parte de instituciones, empresas o productores, siendo el de Navajas *et al* (1992) uno de los iniciales y que permiten arribar al estado de conocimientos con que se cuenta hoy día. Sin embargo estos por sí solos, no pueden explicar el grado de difusión que están alcanzando en los últimos años y que permitan hablar de la imposición de un nuevo “modelo productivo”.

De acuerdo con Fassola y Pachas (2004a) este fenómeno estaría dado por el surgimiento de una nueva clase gerencial que ha podido establecer, conciente o inconscientemente, cuatro fuentes de ganancia que se derivarían de la aplicación de este sistema productivo, generando un “compromiso de manejo de empresa” (Boyer y Freyssenet. 2001) La diversidad de la oferta, que les permitiría ampliar la demanda a todos los clientes solventes respondiendo a sus propias expectativas.

- La calidad del producto que autoriza un precio superior o hace ganar partes de mercado.
- La posibilidad de introducir innovaciones comerciales que les garantizarían, por un tiempo una renta de monopolio o superior (Surgen nuevos cabañeros, trazabilidad, carne orgánica, rollos podados con un determinado índice de rendimiento en madera clear, etc.).
- La posibilidad permanente de reducción de costos por ganancias genéticas del sector forestal e incrementos en la productividad y calidad de las especies forrajeras.

Este posicionamiento del sector productivo, cada vez más importante, demanda la generación de información necesaria para una adecuada toma de decisiones.

HIPÓTESIS INICIALES EN LOS ESTUDIOS SILVOPASTORILES.

Desde el punto de vista forestal, pasado mediados de la década de 1980 y siguiendo los conceptos de Fenton (1972), se comienza la instalación de ensayos silvícolas contemplando “Regímenes Directos para Aserrado” y tomando como hipótesis que los incrementos en área basal de rodales sometidos a podas y raleos podían ser predecidos a través de la sumatoria de las longitudes de copa verde de los árboles por hectárea (LCV, Km./ha) (Knowles y West, 1986).

Entre ellos pueden mencionarse los de respuesta de *P. caribaea* var. *caribaea*, *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* a tratamientos de poda y raleo (Fassola, 1991; Fassola, 1993; Fassola *et al*, 1999)

Esta expresión fue también empleada por Percival y Knowles (1986) para relacionar la biomasa forrajera con la estructura del rodal, permitiendo de ese modo con una sola variable controlar la respuesta a los tratamientos silvícolas de poda y raleo, como también regular la producción de biomasa forrajera. Siguiendo este mismo concepto Allegranza *et al* (1997) vinculan LCV de *Pinus caribaea* con la biomasa de pastizales *Axonopus compressus* y Pavetti *et al* (2000) establecen una relación similar entre diferentes pasturas y *Pinus elliottii*, aunque en ambos casos durante periodos limitados. Trabajos posteriores, durante periodos más extensos, realizados en *Pinus taeda* sometido a diferentes tratamientos de poda y raleo bajo cuyo dosel se desarrollaba un pastizal con predominio de *Axonopus compressus*, reflejaron que si bien había asociación entre LCV y la biomasa forrajera, esta no explicaba totalmente la variación en la producción de forraje y se evidenciaron niveles de producción en función de las precipitaciones, Fig. 2 (Fassola *et al*, 2002a).

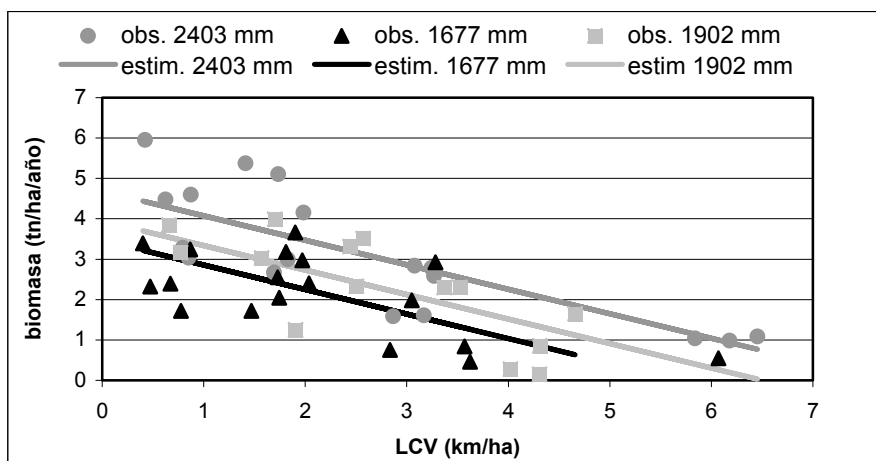


FIGURA 2 - Relación entre estructura del dosel (LCV) de *Pinus taeda* L. y producción de *Axonopus compressus* en el NE de Corrientes para los distintos periodos de observación y de precipitaciones (Fuente: Fassola *et al*, 2002a)

FIGURE 2 - Relationship between canopy structure (LCV) of *Pinus taeda* L. and forage biomass annual yield of *Axonopus compressus* in the NE of Corrientes for different observation periods an precipitation.

Hipótesis alternativas

García (1990) considera que el empleo de LCV para la predicción de crecimientos no es adecuado, dado que en la poda se remueven ramas basales y en los raleos es extraída la totalidad del follaje del árbol, proponiendo en consecuencia emplear índices de ocupación. Aunque puntualiza que, cuando hay abundancia de información, el nivel de precisión de las predicciones es bueno. Por otra parte Dupraz (2002) sostiene, que si bien en la última década fue mucho lo que se avanzó tanto en el modelado de cultivos como en el de árboles individuales o de rodales, el modelado de las interacciones entre el árbol o rodal con el cultivo o pastura en sistemas agroforestales se encuentra aun en un estadio inicial.

La teoría del modelo del conducto (Shinozaki *et al.*, 1979 cit. op. por Oohata, 1986) establece la relación entre el área de la sección transversal en la base de la copa con la biomasa foliar y sus extensiones referidas a la acumulación en conductos en desuso, forma del fuste y a la estructura de ramas en la canopia de árboles (Oohata y Shidei, 1971 cit. op. por Oohata, 1986), que establece que el área transversal de todas las ramas en cada orden es cercano a una constante, siendo lo mismo válido también para las raíces, son elemento teóricos importantes al analizar procesos de acumulación de biomasa y establecer cierto tipo de relaciones. Considerando estos conceptos en el ensayo de podas y raleos de *Pinus taeda* ya mencionado (Fassola *et al*, 2002a) desde los inicios se procedió a la medición del diámetro en la base de la copa viva.

Asumiendo que la sección transversal de la base de la copa (gbcv) esta compuesta en su totalidad por tejido conductivo, Patiño *et al* (2003) establecieron relaciones entre la misma y el peso seco acumulado de las raicillas hasta 60 cm de profundidad en *Pinus taeda* sometido a distintos tratamientos de poda. Por lo cual podría ser empleada como un indicador de la ocupación del sitio por parte del árbol o del rodal. Pudiendo ser también una expresión de la intensidad y oportunidad de podas y raleos, y en base a las observaciones anteriores, sin las restricciones del empleo de la longitud de copa verde.

Con ese objetivo el área basal en la base de la copa verde (GBCV) de parcelas de *Pinus taeda* sometidas a distintos tratamientos de poda, y raleo (poda 0 %, 30 %, 50 % y 70 % en 2, 3 y 4 realces aplicados con intervalos de un año a partir de los tres años de edad; raleo 0 %, 50 %, 75 % y 85 % del número de árboles a los 3 años de edad) fue

relacionada con la biomasa forrajera de *Axonopus compressus* obtenida entre los 5 y 10 años de edad del rodal (1998-2003), contrastándose también contra otras expresiones de la densidad del rodal como LCV.

Como resultado de este análisis los mejores resultados fueron obtenidos por modelos que vinculaban GBCV y algunos parámetros del rodal y del árbol medio, con la biomasa forrajera. A los fines de contar con una expresión única, se realizó un ajuste paramétrico de los coeficientes de los modelos versus la edad y la precipitación (Clutter *et al.*, 1983). Finalmente por la bondad del ajuste fue seleccionado el basado en la edad, presentado en la Fig. 3 y cuya expresión es la siguiente:

$$y = \exp((5,67443 + 0,411417 * Edad) + (48,9766 - 8,85756 * Edad) * \frac{(GBCV * lcv)}{(G * ht)})$$

(Fuente: Fassola *et al.*, 2004 b)

Donde y = biomasa forrajera *A. compressus* tn/ha año

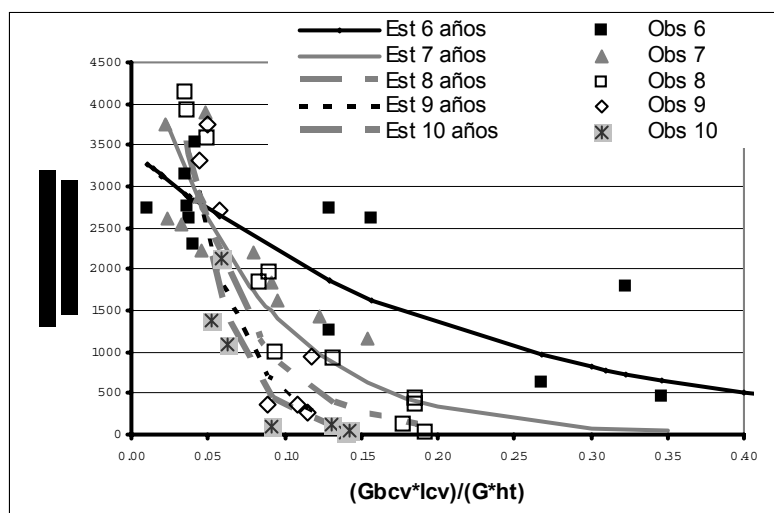


FIGURA 3 - Relación entre variables del rodal y del árbol medio de *Pinus taeda* L. de seis a diez años de edad y la biomasa forrajera de *Axonopus compressus* en el NE de Corrientes (Fassola *et al.*, 2004b) (GBCV: área basal en la base de la copa viva m^2/ha ; G: área basal m^2/ha ; lcv: longitud de copa viva del árbol medio m; ht: altura media m)

FIGURE 3 - Relationship between stand and mean tree variables of *Pinus taeda* L from six to ten years old and the forage biomass of *Axonopus compressus* in the NE of Corrientes (Fassola *et al.*, 2004b). (GBCV: basal area in the base of green crown m^2/ha ; G: basal area m^2/ha ; lcv: green crown length of the mean tree m; ht: mean height m)

De la representación gráfica del modelo surge una mayor variabilidad en la producción de biomasa forrajera a edades más jóvenes. Percival y Knowles (1986), empleando como covariable la profundidad de copa media, encontraron un efecto similar para las menores longitudes de copa, que en términos generales condicen con edades tempranas. Aunque lo más significativo fue que en el modelo general no pudo incluirse la producción a los cinco años de edad, la cual coincidió con un año “Niño” (1998) en el cual las precipitaciones fueron muy superiores (2400 mm) a la media (1800mm).

NUEVOS ENFOQUES

Un modelo unidimensional como el planteado, según Dupraz (2000), no ha sido capaz de describir condiciones anómalas para el desarrollo del pastizal. Según este autor las interacciones entre el árbol y un cultivo requieren de un modelo integrado, tridimensional, que describa adecuadamente la intercepción de la radiación solar por el dosel arbóreo, el efecto del microclima, la acumulación de C en los árboles -recomendando el empleo de las reglas de acumulación del mismo basadas en la teoría del modelo del conducto-, la plasticidad del sistema de raíces del árbol y la capacidad de reflejar condiciones inusuales para el desarrollo del cultivo.

Analizando diversos modelos integrados, factibles de ser empleados en agroforestería, Dupraz (2000) descarta el modelo silvopastoril ALWAYS (Bergez *et al.*, 1999) al no ser un modelo de procesos, sino basado en relaciones empíricas, razón por la cual no puede describir adecuadamente las interacciones árbol-pastura. Aunque considerando la arquitectura de este modelo, basado en el empleo de análisis y diseño orientado al objeto (Bergez *et al.*, 1999), puede

considerarse que la misma también sería adecuada para la descripción de las interacciones y procesos físicos y biológicos de los cinco componentes principales del sistema, clima, suelo, árboles, forrajeras y animales.

Sin embargo debe considerarse que en gran parte esa discusión está dada por el cambio dado en la política agrícola de la UE, donde en los últimos pasó de políticas de sostén de precio hacia políticas con gran énfasis en lo calidad de la tierra y la sustentabilidad ambiental (Bergez *et al*, 1999), situación que si bien es prioritaria para Misiones y NE de Corrientes, también lo es la sustentabilidad económica y social.

Considerando válidas las afirmaciones de Dupraz (2000) sobre los requerimientos de un modelo integrado, se presentan a continuación los trabajos efectuados en Misiones y NE de Corrientes ordenados de acuerdo con los mismos, aunque el enfoque modular planteado con anterioridad por Bergez *et al* (1999) no pierde vigencia.

Predicción del crecimiento de los árboles a partir de la acumulación de carbono

Los modelos de crecimiento existentes al momento, *Araucaria angustifolia* (Friedl *et al*, 1997), *Pinus taeda* (Crechi *et al*, 1997) y *Pinus elliottii* (Crechi *et al*, 1998) responden a series históricas de datos y los trabajos sobre acumulación de C en el árbol son incipientes ya que se refieren a ejemplares de un solo rodal *Pinus taeda* y a como se distribuye en los distintos compartimentos aéreos del árbol (Goya *et al*, 2003).

Considerando no sólo la importancia biológica del modelado de este proceso, sino la potencialidad económica futura, merced a la comercialización de bonos de carbono, debe considerarse también que restan aun realizar importantes estudios que vinculen la silvicultura con la calidad de los rollizos a obtener. Dado que los rollizos podados son la principal fuente de capitalización que genera un sistema silvopastoril existe la necesidad de profundizar y ampliar trabajos que permitan determinar el rendimiento en madera libre de nudos como el efectuado en *Pinus taeda* (Fig. 4) (Fassola *et al*, 2001) o desarrollar índices de madera podada (Park, 1989)

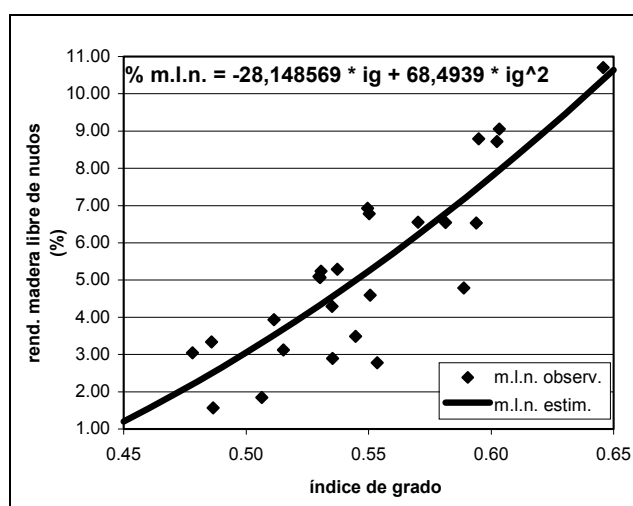


FIGURA 4 - Porcentaje de madera libre de nudos (mln) estimada y observada con relación al índice de grado en rollizos podados de *Pinus taeda*. L (Fuente: Fassola: *et al*, 2001)

$$\text{índice de grado (ig)} = \frac{(\text{dap}(\text{cm}) * \text{factor de conversión industrial})}{\text{diámetro del cilindro con defectos (cm)}}$$

FIGURE 4 - Clear wood (mln) percentage, estimated and observed, in relation to grade index in pruned butt logs of *Pinus taeda*. L

$$\text{grade index (ig)} = \frac{(\text{dbh}(\text{cm}) * \text{conversion factor})}{\text{defect core (cm)}}$$

Intercepción de la luz

La influencia de la radiación solar en la producción de biomasa forrajera queda evidenciada al analizar la radiación fotosintéticamente activa disponible para el desarrollo de *Axonopus compressus* bajo dosel de *Pinus taeda* sometido a distintos tratamientos de poda y raleo (Fig. 5), al que se hiciera referencia en la Fig 3. Debe considerarse también que debido a la dinámica del rodal, permanentemente las condiciones de radiación están variando, por lo que a medida que el rodal se desarrolló también se produjeron cambios en la composición botánica, tal como fuera especificado por Ferrere *et al* (1999). Parcelas donde predominaba *Axonopus compressus* pasaron a tener predominio de *Paspalum* sp, si disminuía la radiación, o bien se reducía drásticamente la participación de gramíneas propias de condiciones de cielo abierto en caso contrario.

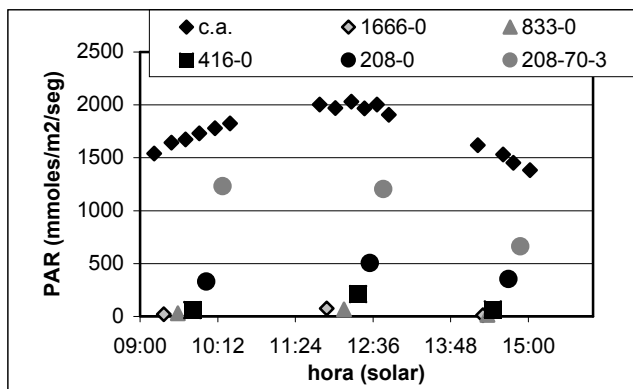


FIGURA 5 - Variación a distintas horas de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) a cielo abierto (ca) durante el mes de enero y bajo dosel de *Pinus taeda* de 9 años de edad en distintas densidades (1666 a 208 pla/ha), intensidades de poda (0-70 %) y número de realces (0—3), NE de Corrientes. (Fuente: Fassola, 2002b).

FIGURE 5 - Photosynthetic active radiation (PAR) during a day of January in open areas and below canopy of a 9 years old *Pinus taeda* plots with different densities (1666 to 208 s.p.ha), pruning intensities (0-70 %) and pruning lifts (0-3), in the NE of Corrientes.

Profundizar los conocimientos sobre los procesos fisiológicos que se generan a partir de la intercepción de la luz son de mucha utilidad, pero si bien *Pinus taeda* (P.t) y los pastizales naturales con predominio de *Axonopus compressus* cubren extensas superficies, no es menos cierto que por condiciones de sitio *Pinus elliottii* (Pe) sigue siendo ampliamente difundido para implantar en zonas bajas, como también *Pinus caribaea* var hondurensis (Pc) por su mayor rendimiento en la industrialización y sus híbridos (Pe x Pc, F1 y F2) que han alcanzado una difusión notoria.

Tal como se ve en la figura 6 todos ellos interceptan la luz de forma diferente, variando consecuentemente la forma de acumulación de C con la especie forestal y también viéndose afectado el estrato herbáceo de acuerdo con el tipo de dosel arbóreo.

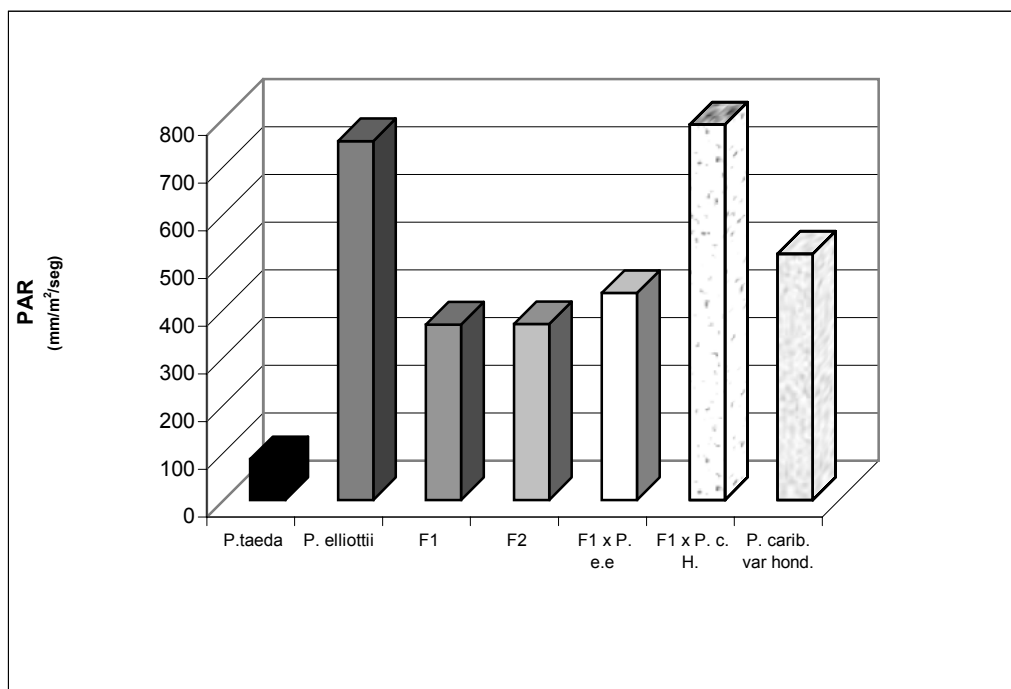


FIGURA 6 - Radiación fotosintéticamente activa bajo dosel de distintos materiales genéticos de coníferas en Misiones, a los 4 años de edad, 1100 pla ha, en el cenit mes de enero (Fuente Fassola, 2002b)

FIGURE 6 - Photosynthetic active radiation (PAR) below canopy of different conifers in Misiones at four years old, 1100 s.p.ha, at cenit during January

Dada la imposibilidad material de atender todas las combinaciones entre pastos y forestales se inició la instalación de ensayos *Axonopus compressus* bajo mayas que proporcionaban distintos niveles de permeabilidad a la radiación solar. Como resultado de ello fue posible identificar claramente el efecto de la luz sobre el crecimiento de la

forrajera (Fig. 7)

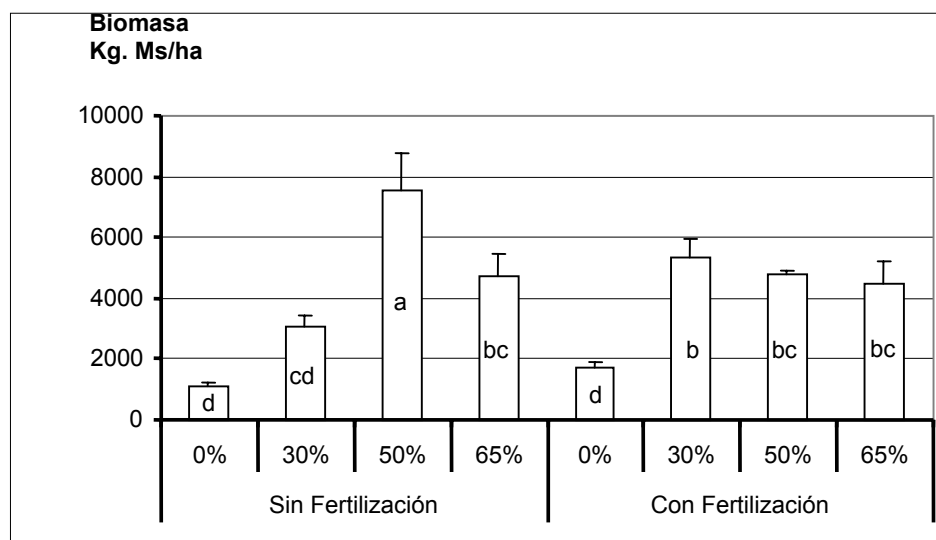


FIGURA 7 - Biomasa forrajera de *Axonopus compressus* bajo mayas de distinta permeabilidad a la luz, con y sin fertilización de superfosfato triple de calcio (SPT) (260 Kg./ha equivalente a 120 Kg. P_2O_5 /ha) (Fuente Lacorte *et al*, 2002)

FIGURE 7 - Forage biomass of *Axonopus compressus* under artificial shadow of different permeability to light, with and without fertilization of superphosphate triple of calcium (260 kg/ha equivalent to 120 Kg P_2O_5 /ha)

El efecto del microclima y la capacidad de reflejar condiciones inusuales para el desarrollo del cultivo

La adición de superfosfato triple de calcio en el ensayo bajo cubiertas plásticas de distintas permeabilidad a la luz, a parte de tener como objetivo determinar su efecto sobre la producción de biomasa de *Axonopus compressus*, conllevó asociados análisis de suelo que permitieron la identificación de procesos a nivel del mismo, pudiéndose observar tendencias crecientes en la concentración de fósforo en él a medida que aumentaba el nivel de sombra (Tabla. 1). El análisis sobre la composición química de la forrajera permitió observar también una tendencia similar en hoja (Tabla 2).

TABLA 1 - Concentración de N, P, K y PH del suelo bajo distintos niveles de sombra y fertilización fosforada (Fuente Lacorte *et al*, 2002)

TABLE 1 - Soil concentration of N,P,K and PH under different shadows levels and phosphorous fertilization.

Sombra	Fertilización	N-Total	P-P205	K	PH
%		(%)	ppm	meq/100gr	Agua, 1:2,5
0%	S/F	0,13	0,81	0,04	5,05
30%	S/F	0,15	2,4	0,03	5,2
50%	S/F	0,14	2,81	0,07	5,3
65%	S/F	0,13	2,81	0,05	5,2
0%	C/F	0,13	5,9	0,07	4,85
30%	C/F	0,10	7,3	0,06	5,3
50%	C/F	0,13	12,24	0,08	5,35
65%	C/F	0,13	18,06	0,04	5,3

TABLA 2 - Concentración de proteínas, P, FDN (Fibra Detergente Neutro) y FDA (Fibra Detergente Acido) en hoja de *Axonopus compressus* bajo distintos niveles de sombra y fertilización fosforada (Fuente Lacorte *et al*, 2002)

TABLE 2 - Foliar concentration of proteins, P, FDN and FDA of *Axonopus compressus* under different levels of shadow and phosphorous fertilization

Sombra %	Fertilización	Proteína (%)	Fósforo g/100g MS	FDN	FDA
0 %	C/F	10.3	0.231	60.8	32.8
30 %	C/F	9.6	0.254	61.5	33.3
50 %	C/F	9.3	0.254	61.1	35.2
65 %	C/F	12.5	0.291	61.1	36.1
0 %	S/F	9.4	0.17	60.7	35.7
30 %	S/F	10.2	0.174	59.5	34.2
50 %	S/F	9.2	0.201	60.6	36.2
65 %	S/F	12.1	0.209	59.7	35.6

Un ensayo de similares características, aunque empleando *Axonopus catarinensis* y controlando la humedad en porcentajes determinados de la capacidad de campo, permitió determinar durante el otoño de 2004 que si bien la producción de biomasa total fue mayor a cielo abierto (Fig 8) – debe considerarse que el período analizado fue de baja demanda ambiental-, la proporción de hoja con respecto al tallo fue superior en los tratamientos con 30 % y 50 % de sombra (Fig. 9), confirmandose también una tendencia creciente, con el nivel de sombra, en el contenido de fósforo y proteína en hoja (Pachas *et al*, 2004). Por otra parte la disminución de la biomasa forrajera cuando el porcentaje de humedad del suelo se aproxima a su máximo podría explicar lo que acontecería en años con precipitaciones por encima de lo normal.

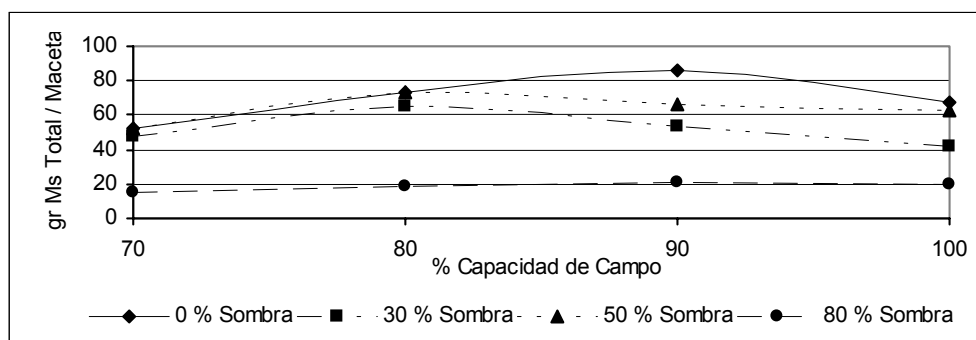


FIGURA 8 - Biomasa de *Axonopus catarinensis* según disponibilidad de agua en suelo y bajo distintos porcentajes de sombreado. Otoño 2004 (Fuente: Pachas *et al*, 2004)

FIGURE 8 - Biomass of *Axonopus catarinensis* in relation with soil water availability and under different shadow percentage

Un sistema silvopastoril del norte de Misiones, entre *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (F2) y *Brachiaria brizantha* (Hochst) Staff permitió observar un comportamiento diferenciado en la proporción de materia verde forrajera y materia muerta de acuerdo con la densidad del forestal. Esta mejora en la calidad forrajera observada en algunas herbáceas puede ser atribuible no sólo al nivel de radiación que estas reciben, sino también a cambios en el microclima generado (Colcombet *et al*, 2003).

Plasticidad del sistema de raíces del árbol

Trabajos como los de Hacke *et al* (2000), con *Pinus taeda*, donde se establece la estrecha relación entre biomasa foliar y raíces absorbentes o que la disponibilidad de recursos limitantes también pueden alterar la dinámica de raíces en bosques de esa especie, al igual que la porosidad del suelo que influye en el uso del agua por parte del árbol, permiten identificar la pertinencia de esos tipos de estudios en un modelo silvopastoril.

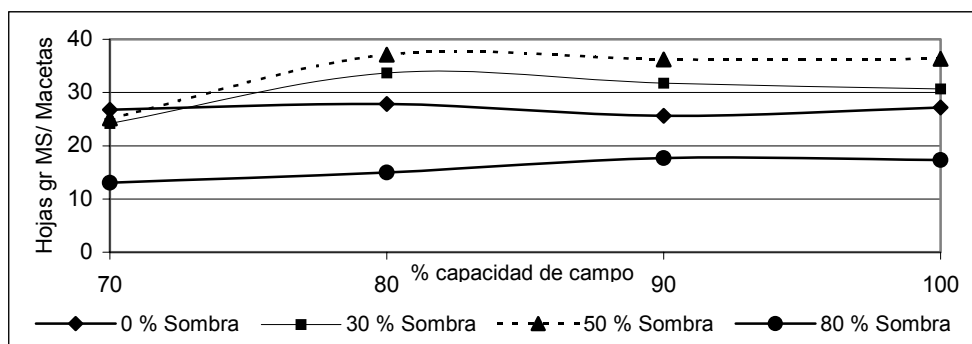


FIGURA 9 - Biomasa de hojas de *Axonopus catarinensis* según disponibilidad de agua en suelo y bajo distintos porcentajes de sombreamiento. Otoño 2004 (Fuente: Pachas *et al*, 2004)

FIGURE 9 - Foliar biomass of *Axonopus catarinensis* in relation with soil water availability and under different shadow percentage

Bergez *et al* (1999) al establecer las relaciones entre árboles, animales y suelo, menciona como uno de los factores relevantes el efecto de la compactación por pisoteo, aspecto no menor en la región bajo estudio por el tipo de suelo arcilloso, con períodos de alto contenido de humedad y la tendencia creciente a emplear cargas animales altas por cortos períodos de tiempo.

Salvo la determinación de la afectación de las raicillas finas por actividades de poda, no se ha encarado ningún estudio tendiente a determinar el efecto de la compactación en la dinámica de las mismas. Sólo se ha determinado que una carga animal equivalente a una cabeza cada 2.500 kg/Ms forrajera no provocó diferencias significativas entre el crecimiento en altura y diámetro de rodales de *Grevillea robusta* con y sin pastoreo (Lacorte *et al*, 2003). Tampoco fue posible encontrar diferencias significativas en los niveles de compactación del suelo en rodales de la misma especie, de diferentes densidades, con y sin pastoreo en niveles similares a los señalados (Martirena *et al*, 2003)

CONSIDERACIONES

Puede considerarse que de las experiencias realizadas en la última década surgen resultados donde se evidencian las ventajas de la implementación de sistemas silvopastoriles, sobre todo referidas a la mayor producción de las forrajeras y de su calidad con respecto a su crecimiento a cielo abierto, como también el incremento en grados de calidad superior de madera aserrada al desarrollarse pocos árboles de gran diámetro por hectárea y ciertas relaciones que permiten una aproximación a la regulación de la densidad para alcanzar los objetivos del manejo.

Todos estos conocimientos contribuirán a que el ritmo de adopción de este sistema de manejo se incremente aun más dado el mayor nivel de información disponible para una mejor identificación de las fuentes de ganancias por parte de los productores. Aunque faltan aun elementos relativos al comportamiento de leguminosas, puras o consociadas con herbáceas e identificar aspectos que puedan ser relevantes en la producción cárnica.

Sin embargo el diseño de nuevas experiencias debe pautarse de manera tal de poder alcanzar modelos integrados que permitan, primariamente en forma empírica, analizar las interrelaciones existentes entre los diversos elementos que integran el sistema. La disponibilidad de equipamiento y recursos humanos debe permitir a futuro el desarrollo de modelos basados en procesos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEGRANZA, D.; TORRES, E; REBORATTI, H. B.; FASSOLA, H.E. 1997 Efecto de la densidad del *Pinus caribaea* var *caribaea* sobre la oferta forrajera. **Informe técnico n° 18. EEA Montecarlo.** 11p.
- BENVENUTTI, M.A.; PAVETTI D.R.; CORREA M.; PEREGO, J.L.. 2000. Evaluación de especies forrajeras gramíneas tropicales en distintos niveles de iluminación bajo monte forestal de pino para uso en sistemas foresto ganaderos. **INTA Cerro Azul. Informe Técnico n° 70.** 18 pp
- BERGEZ, J-E; ETIENNE, M.; BALANDIER, P. 1999. ALWAYS: a plot based silvopastoral system model. **Ecological Modeling** 115:1-17. Elsevier.
- BOYER, R; FREYSSENET, M. 2001. **Los modelos productivos.** Ed, Lumen-Humanitas. Asoc. Trabajo y Sociedad. CEIL-PIETTE/CONICET. Inst. Arg. para el Desarrollo Económico/ Pág. 115
- CRECHI, E.; FASSOLA, H.; FRIEDL, A. 1997 Simulador Forestal. Sistema de simulación de producción y

crecimiento para especies forestales implantadas. Segunda Parte: *Pinus taeda*. **Proyecto Cooperativo Simuladores de Crecimiento** INTA, Fac. Cs. Ftales. UNAM y Empresas Forestales de Misiones y NE de Corrientes. Montecarlo.

CRECHI, E.; FASSOLA, H.; FRIEDL, A. 1998 Simulador Forestal. Sistema de simulación de producción y crecimiento para especies forestales implantadas. *Pinus elliottii* L. Manual de descripción técnica. **Programa Cooperativo Simulador de Crecimiento**. INTA, Fac. Cs. Ftales. UNAM y Empresas Forestales de Misiones y NE de Corrientes. Montecarlo.

CLUTTER, J.L.; FORSTON J.C.; PIENAAR, L.V.; BRISTER, G.H.; BAILEY, R.L. **Timber Management. A Quantitative Approach**. United States of America. 1983. 333 p.

COLCOMBET, L.; LACORTE, S.M.; FASSOLA, H.E.; PACHAS, N.; FERRERE, P.; ALEGRANZA, D.. 2003. Resultados iniciales de un sistema silvopastoril en el norte de misiones, argentina, entre *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (F2) y *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf. **Actas X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales**. FCF-INTA. 7pp.

DUPRAZ, CH. 2002 **Tree crops interaction models**. State of the art report. Silvoarable agroforestry for Europe (SAFE). Deliverable D.1.1 of the SAFE European Research contract QLK5-CT-2001-00560. Pp 31.

FASSOLA, H. E. 1991. Respuesta del *P. caribaea* var *caribaea* a los tratamientos silvícolas directos en Misiones. Inf. De Avance 2. **Actas Jornadas sobre P. caribaea**, CIEF,. Eldorado, Misiones.p 151-163.

FASSOLA, H. E. 1993. Regímenes silvícolas con Producción de madera libre de nudos en *Pinus elliottii* Engelm en la zona central de la provincia de Corrientes. 1^{er} informe de avance: El control del diámetro sobre muñón en 15 cm con tratamientos directos, en dos operaciones de poda. **Ivyrareta** 3:28-62.

FASSOLA, H. E.; FERRERE, P.; RUIBAL DE GELID, M. 1999. Crecimiento en área basal de plantaciones jóvenes de *Pinus taeda* L. origen Marion. **Informe Final PIA 20/98**. Convenio SAGPYA-BIRF. INTA EEA Montecarlo 11p.

FASSOLA, H.E.; FAHLER, J.; FERRERE, P.; ALLEGRANZA, D.; BERNIO, J. 2001. Determinação do cilindro com defeitos em toras podadas de *Pinus taeda* L. e sua relação com o rendimento em madeira livre de nós. Defect core determination in pruned butt logs of *Pinus taeda* L and its relationship with clear wood yield. Actas del 2º Simpósio Latino-Americano Sobre Manejo Florestal. Pp 173-188. Univ. Fed. De Santa María. Centro de Cs. Rurais. Programa de Pós-graduação em engenharia Florestal. 13-14 de Setiembre de 2001. Santa María-RS. Brasil.

FASSOLA, H E.; FERRERE, P.; LACORTE, S. M.; RODRÍGUEZ A.; F. 2002a. Predicción de la producción de un pastizal bajo distintas estructuras de canopia de *Pinus taeda* L. en el Noreste de Corrientes, Argentina. **RIA**, 31 (2): 73-96

FASSOLA, H. E. 2002b. Gestión de sistemas silvopastoriles (desde una perspectiva Forestal). **Actas Seminario sobre Pymes, integración, comercio internacional y desarrollo regional**. Instituto Gastón Dachary. Posadas. 17p.

FASSOLA, H.E.; PACHAS, N. 2004a. Un nuevo “modelo productivo” se está imponiendo en Misiones y NE de Corrientes. **La Palanca**. Sociedad Rural de Misiones. Año 2nº 16:3-5

FASSOLA, H.E.; LACORTE, S. M.; PACHAS, N.; KELLER, A.; PEZZUTTI; R. 2004b. Modelo de producción de biomasa de *Axonopus Compressus* bajo dosel de *Pinus taeda*. **INTA EEA Montecarlo. Informe inédito**. 7pp.

FENTON, R. 1972. New approaches in softwood silviculture. **Actas VII Congreso Forestal Mundial**. II : 1568-1572. Buenos Aires.

FERRERE, P.; FASSOLA, H.E.; LACORTE, S. M.; ALLEGRANZA, D. 1999. Producción forrajera de un pastizal bajo distintos grados de cobertura del dosel en una plantación de *Pinus taeda* L. **Informe Final PIA 20/97**. Convenio SAGPYA-BIRF. INTA EEA Montecarlo 8 p.

FRIEDL, A.; CRECHI, H.; FASSOLA, H. 1997. Simulador Forestal. Sistema de simulación de producción y crecimiento para especies forestales implantadas. Primera parte: *Araucaria angustifolia*. **Proyecto Cooperativo Simuladores de Crecimiento**. INTA, Fac. Cs. Ftales. UNAM y Empresas Forestales de Misiones y NE de Corrientes. Montecarlo.

GARCÍA O. 1990. Growth of thinned and pruned stands. In: James, R., y Tarlton, G.L. (Eds.), **New approaches to spacing and thinning in Plantation Forestry**: Proceedings of an IUFRO Symposium, Rotorua, New Zeland, 10-14 April 1989. Ministry of Forestry, FRI Bulletin n.151, p.84-97

GOYA, J.; PÉREZ, C.; FRANGI, J.L.; FERNÁNDEZ, R. 2003 Impacto de la cosecha y destino de los residuos sobre la estabilidad del capital de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. **Ecología Austral** Diciembre 2003. Asoc. Argentina de Ecología. 113 p.

HACKE, U.G.; SPERRY, J.S.; EWERS, B.E.; ELLSWOTH, D.S.; SCHÄFER, K.V.R.; OREN, R. 2000. Influence of

soil porosity on water use in *Pinus taeda*. **Oecologia** 124:495–505.

KNOWLES, R.L.; WEST G. G. (1986). The use of crown length to predict the effects of pruning and thinning in *Pinus Radiata*. **Crown and canopy structure in relation to productivity**. IUFRO. Edited by Fujimory T. And Witthead D. Forestry and Forest products Research Institute, Ibaraki, Japan:104-117.

LACORTE, S. M.; FASSOLA, L. E.; PACHAS, N.; COLCOMBET, L. 2002. Efecto de diferentes grados de sombreado con y sin fertilización fosfórica, sobre la producción de un pastizal modificado con predominio de *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv. En el sur de Misiones, Argentina. **INTA EEA Montecarlo. Informe inédito**. 7pp.

LACORTE, S.M.; FASSOLA, H.E.; DOMEQ, C.; SAN JOSÉ, M.; HENNIG, A.; CORREA, M.; FERRERE, P.; MOSCOVICH F. 2003. Efecto del pastoreo en el crecimiento de *Grevillea robusta* A. cunn. y la dinámica del pastizal en Misiones, Argentina. **RIA** vol 32 n°2: 79-97

MARTIARENA, R.; FASSOLA, H.E.; LACORTE, S.M.; HENNIG, A.; PACHAS, N. 2003. Determinación del nivel de compactación del suelo en rodales de *Grevillea robusta* A. cunn. De distinta densidad inicial de plantación, con y sin pastoreo bovino. **EEA INTA Montecarlo. Informe interno inédito**. 2p.

NAVAJAS, S.; FAHLER, J.; CASANOVA, D.; LACORTE, S. M. (1992). Pastoreo de pasto elefante CV Panamá (*Pennisetum purpureum* Schum.) bajo cubierta de un monte de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* en el NE de Corrientes. **VYRARETA**, año 3, N°3, Julio 1992, 72:78.

OOHATA S. 1986. Some Quantitative analyses of tree form : further extensions to the pipe model theory. **Crown and Canopy Structure in relation to Productivity**. Ed. By T. Fujimori and D. Witthead. Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki, Japan. IUFRO. Pp 159-171.

PACHAS, N; KELLER, A.; FASSOLA, H.E.; LACORTE, S. M.; PINASO, M. 2004. Producción, morfología y calidad nutritiva de *Axonopus catarinensis* Valls bajo diferentes condiciones lumínicas e hídricas. **INTA EEA Montecarlo. Informe inédito**. 12p

PAPADAKIS, J. 1974. **Ecología, Posibilidades agropecuarias de las provincias argentinas**. Enc. Arg. de Agric. y Jardinería. Segunda Edición. Tomo II, fascículo 3:3-7. Ed. Acme Agency. Bs As.

PARK, J.C. 1989. Pruned Log Index. **NZJFS** 19 (1): 41-53.

PATIÑO, C; FASSOLA, H. E; FERRERE, P.; PEZZUTTI, R. 2003. Efectos de tratamientos silvícolas sobre la biomasa de raíces finas de *Pinus taeda* L. **INTA Montecarlo. Informe inédito**.

PERCIVAL, N.S.; KNOWLES, R.L. (1986). Relationship between Radiata pine and understorey pasture production. **Agroforestry Symposium Proceedings**. Forest Research Institute. pp. 152-160.

LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES: UNA OPCIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD AGROFORESTAL Y GENERAR SERVICIOS AMBIENTALES.

Jairo Mora Delgado ¹ Celia A. Harvey ²

INTRODUCCION

Los sistemas silvopastoriles son una opción de la producción agroforestal que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles o arbustos), e interactúa con los componentes tradicionales de las fincas ganaderas (forrajeras herbáceas y animales), todos ellos bajo un sistema de manejo integral. Estos sistemas pueden clasificarse en función del arreglo espacial de la siguiente manera: árboles y arbustos dispersos en potreros, leñosas perennes en callejones, pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales, leñosas perennes sembradas como barreras vivas y cortinas rompevientos y bancos forrajeros de leñosas perennes. Existen muchos sistemas silvopastoriles tradicionales como el pastoreo en guamiles en Guatemala, pastoreo en matorrales y charrales en Nicaragua, y pastoreo en campos cerrados en la Amazonía, y por lo tanto existe un robusto conocimiento manejado por ganaderos desde tiempos remotos sobre el uso de árboles en fincas ganaderas (Muñoz et al 2004, Martínez 2003).

Actualmente la incorporación de leñosas perennes (árboles y arbustos) en los sistemas ganaderos se ha convertido en una estrategia que solventa los problemas que afronta actualmente el sector ganadero. Estos sistemas constituyen un mecanismo para diversificar las empresas pecuarias, generar nuevos productos e ingresos adicionales, reducir la dependencia de insumos externos, e intensificar el uso del recurso suelo, manteniendo a su vez el potencial productivo a largo plazo. Además representan una forma de contrarrestar los impactos ambientales negativos de los sistemas tradicionales y generar servicios ambientales (Ibrahim y Mora 2001). El objetivo de este documento es discutir algunos tópicos relacionados con las ventajas productivas y ecológicas de los sistemas silvopastoriles y estimular la reflexión sobre sus limitantes y desafíos a encarar.

VENTAJAS E INTERACCIONES DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES

Algunas ventajas de los sistemas silvopastoriles en las explotaciones ganaderas consisten en incrementar la productividad vegetal y animal con un mínimo de insumos; facilitar la sostenibilidad a través de la intensificación del uso de la tierra; producir madera, leña y otros forrajes sin disminuir la calidad del pasto; contrarrestar efectos perjudiciales de la lluvia y el viento sobre los suelos; minimizar la escorrentía del agua y las pérdidas de los suelos; mejorar la estructura y fertilidad del suelo por el mayor incremento de materia orgánica y minerales que son reciclados rápidamente y contribuir al mantenimiento de la biodiversidad y al almacenamiento de carbono.

Las interacciones más importantes desde el punto de vista productivo en los sistemas silvopastoriles son las generadas entre los componentes leñoso, herbáceo (pastos) y animal. La densidad del componente leñoso puede modificar el rendimiento de las pasturas, por ejemplo, la copa de los árboles influye sobre la cantidad y calidad de radiación fotosintéticamente activa utilizada por las gramíneas durante el proceso fotosintético (Mathew *et al.* 1992), además de la competencia por nutrientes y agua de los sistemas radicales en el suelo. En algunos casos la productividad de las pasturas introducidas bajo sombra es menor en comparación a pasturas a pleno sol, sin embargo ocurre una compensación por medio de un valor nutricional superior y una mejor relación hoja/tallo y menor biomasa muerta (Andrade *et al.* 2001, 2000, Ribaski y Menezes 2002). No obstante, hay que tener en cuenta que la producción de forraje normalmente decrece conforme aumenta la cobertura de árboles y esa caída del rendimiento es notoria a partir del 50% de cobertura (Giraldo *et al.* (1995). Por otra parte, la densidad arbórea no solo influye en la disponibilidad y calidad del forraje, sino también afecta de manera directa al componente animal, tanto en la ganancia de peso como en la producción de leche.

Comparado con los sistemas tradicionales, los sistemas silvopastoriles tienen mucho mayor rendimiento y disponibilidad forrajera todo el año, aun en la época seca, por lo cual el componente arbóreo puede cumplir otras funciones. Principalmente las derivadas de su sistema radical más profundo, y generalmente asociado con hongos micorrizógenos, que constituyen un medio para la translocación y aprovechamiento de nutrientes y agua que no están al alcance de las raíces de la especie herbácea (Pezo e Ibrahim, 1999). Esta mayor disponibilidad de forraje y otros efectos beneficiosos derivados de

¹ PhD. Grupo Ganadería y Manejo del Medio Ambiente (GAMMA), CATIE, Turrialba, Costa Rica E-mail: jmora@catie.ac.cr

² PhD. Grupo Ganadería y Manejo del Medio Ambiente (GAMMA), CATIE, Turrialba, Costa Rica E-mail: charvey@catie.ac.cr

la sombra se refleja en la productividad animal. En un estudio realizado en Cañas Costa Rica se evaluó el efecto de los niveles de cobertura arbórea alta (27%), media (14%) y baja (7%), sobre las ganancias de peso en novillas. Este estudio determinó que durante la época de invierno las novillas que pastoreaban bajo alta cobertura arbórea obtuvieron incrementos de peso diarios de 893 g/animal/día ($p < 0.03$), los cuales superaron hasta en un 14 % los pesos que obtuvieron en las coberturas medias 768 g/animal/día y hasta en un 776.9 g/animal/día 13 % a los animales en cobertura baja (Restrepo 2002).

SERVICIOS AMBIENTALES EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Desde el punto de vista ambiental los árboles incluidos en los sistemas de producción constituyen una opción para mejorar la oferta de servicios ambientales, tanto de interés global (secuestro de carbono, conservación de la biodiversidad) como locales (conservación del agua y de los suelos). Los árboles constituyen un sumidero de carbono, contribuyendo así al secuestro de CO₂ atmosférico y por lo tanto reduce la emisión de uno de los gases de efecto invernadero (Kaninnen, 2000). Estudios realizados en Costa Rica y Nicaragua evidencian que la presencia de cercas vivas mejora en gran medida la cobertura arbórea desde el 3,2 al 12% del total del área de los paisajes de pastura. Esto es importante en el aumento de la conectividad estructural de los hábitats arbolados a través del paisaje. Desde el punto de la conservación de biodiversidad, en comparación con las pasturas abiertas, los sistemas silvopastoriles albergan mayor cantidad de fauna silvestre y especies vegetales y contribuyen a conectar los parches de bosque en paisajes fragmentados, mejorando así el hábitat y vías de flujo para la fauna silvestre. Por ejemplo, más de 170 especies de aves, murciélagos, escarabajos estercoleros y mariposas fueron registradas en las cercas vivas monitoreadas en dos paisajes de Costa Rica y Nicaragua (Harvey, 2001, Harvey 2004).

LIMITANTES Y DESAFIOS

Si bien los sistemas silvopastoriles son viables desde el punto de vista productivo y ambiental, no se puede desconocer que su adopción ha sido reducida en los sistemas ganaderos de América Tropical. Razones de diferente índole pueden ser atribuidas como limitantes para la adopción y a la vez constituyen desafíos que los investigadores deben afrontar en el futuro. El incremento en los costos de mano de obra en los sistemas de corte y acarreo, el escaso conocimiento sobre técnicas de manejo de las interacciones positivas entre árboles, pastos y ganado, la escasez de capital para las inversiones iniciales, una tradición cultural que perpetua los sistemas ganaderos basados en pasturas sin árboles, las pocas experiencias exitosas de sistemas silvopastoriles funcionando bajo las condiciones de los productores que podrían ser emuladas, y la ausencia de políticas que reconozcan incentivos diferenciales a quienes adoptan sistemas eco-amigables, constituyen algunos de los limitantes de la adopción.

Por otra parte, los estudios han mostrado que los productores no cambian rápidamente de un sistema tradicional familiar, más seguro y experimentado, a una nueva tecnología que pueda estar asociada con riesgos e incertidumbre más altos que los métodos tradicionales (Alonzo e Ibrahim 2001). Esta reacción es debida principalmente a la falta de conocimiento de los nuevos sistemas (Aldy *et al.* 1998). Es importante que los productores reciban toda la información necesaria antes de aplicar estos sistemas para minimizar riesgos contar con servicios de apoyo para su promoción y gestión (capacitación, asistencia técnica, investigación, capital financiero). Estos limitantes constituyen un desafío para los investigadores de universidades, centro de investigación y ONG's, en la medida de que estos sean resueltos posiblemente los sistemas silvopastoriles pueden abrirse camino como una alternativa a la ganadería convencional. Esto constituiría una contribución al mejoramiento del bienestar de las familias rurales, en la medida que se ampliaría el abanico de fuentes de ingresos y benéficos familiares provenientes de los productos y servicios de los componentes leñosos, herbáceos y animales de los sistemas agroforestales.

REFERENCIAS

- ALONZO, Y; IBRAHIM, M. 2001 Potential of silvopastoral systems for economic dairy production in cayo, belize and constraints for their adoption. In Ibrahim, M. ed. International Symposium on Silvopastoral systems and Second congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. (2001, San Jose, CR). **Memoria. CATIE.** p. 465-470.
- ALDY, JE; HRUBOVCAK, J; VASAVADA, U. 1998. The role of technology in sustaining agriculture and the environment. **Ecological Economics** 26: 81 - 96.
- ANDRADE, H; IBRAHIM, M. 2001. Tree-pasture interaction in silvopastoral systems: effects of trees on light transmission and forage productivity. In: Ibrahim M. ed. Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems. International Symposium on Silvopastoral System (2001, San José, CR). **Memorias.** p. 170-173.
- ANDRADE, H; IBRAHIM, M; JIMÉNEZ, F; FINEGAN, B; KASS, D. 2000. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. **Agroforesteria en la América** 7(26):50-52.

- GIRALDO, L.; BOTERO, J.; SALDARRIAGA, J.Y.; DAVID, P. 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural en la región Atlántica de Colombia. *Revista Agroforestería de las Américas*. 2(8): 14-19. CATIE, Turrialba, Costa Rica
- HARVEY, C. 2001. The conservation biodiversity in sylvopastoral systems In: International Symposium on Silvopastoral Systems. M. Ibrahim. (edit). San José, costa Rica. 80-87p.
- HARVEY, C.; VILLANUEVA, C.; VILLACÍS, J.; CHACON, M.; MUÑOZ, D.; LÓPEZ, M. IBRAHIM, M.; GOMEZ, R.; TAYLOR, R.; MARTINEZ, J.; NAVAS, A.; SAENZ, J.; SANCHEZ, D.; MEDINA A.; VILCHEZ, S.; HERNANDEZ B.; PEREZ A.; RUIZ F.; LÓPEZ F.; LANG, I.; KUNTH S.; SINCLAIR, F.L. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería de las Américas*. Vol. 10, N°39-40. 19 p. (en prensa).
- KANNINEN, M. 2000. Secuestro de carbono en los bosques: el papel de los bosques en el ciclo global del carbono. *In* POMAREDA, C.; STEINFELD, H. Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales. San José, Costa Rica. Nuestra Tierra, CATIE – FAO- SIDE. 9 11p.
- MATHEW, T., MOHAN KUMAR, B., SURESH BABU, K. V. AND UMAMAHESWARAN, K. 1992. Comparative performance of some multi-purpose trees and forage species in Silvo-pastoral systems in the humid regions of southern India. *AGROFORESTRY SYSTEMS*, 17:205-218
- MARTÍNEZ, J. 2003. **Conocimiento local de productores ganaderos sobre cobertura arbórea en la parte baja de la cuenca del río Bulbul en Matiguas**, Nicaragua. Tesis de M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE 158 pp.
- IBRAHIM, M.; MORA, J. 2001. Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales. Memorias de una conferencia electrónica realizada entre septiembre y diciembre de 2001. CATIE/LEAD/FAO.10-22 pp.
- MUÑOZ, D.; HARVEY, C.; SINCLAIR, F. ;MORA, J.; IBRAHIM, M. 2004. Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. Vol. 10, N° 39-40. 15 p. (en prensa).
- PEZO, D.; HIBRAHIM, M. 1999. Módulo de Enseñanza Agroforestal, No 2, Sistemas Silvopastoriles. Turrialba, Costa Rica, CATIE- GTZ, 275pp.
- RESTREPO, C. 2002. **Relaciones entre la cobertura de árboles en potrero y la producción bovina en Cañas, Costa Rica**. Tesis Mag Sc. CATIE, Turrialba, CR.
- RIBASKI, J; MENEZES, E DE A. 2002. Disponibilidad y calidad de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) en un sistema silvopastoril con algarrobo (*Prosopis juliflora*) en la región semi-árida Brasileña. *Agroforestería en las Américas* 9(33-34):8-13.

DESARROLLO DE UN MERCADO SUSTENTABLE BASADO EN LA ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO FORESTAL

Sergio Guzmán Rojas¹

INTRODUCCIÓN

En todo negocio, con expectativas de rentabilidad, existen tres actores fundamentales: CLIENTES-PRODUCTORES-PROVEEDORES.

El grado de integración que se produce entre estos tres actores depende de la naturaleza del negocio o del ENTENDIMIENTO del negocio.

En muchos casos, estos en vez de ser actores de un negocio, son establecidos como negocios por si solos: Por ejemplo, existen Traders o Dealers que enfrentan a los clientes y como tal hacen su negocio. También hay industrias que compran materias primas y desarrollan un proceso productivo a la espera de un comprador final. También hay muchos productores de materias primas que esperan como cliente alguna industria establecida.

En muchos negocios, mas que una dinámica de integración, se produce una interacción que nacer por generación espontánea, es decir nacer por sí sola y cada uno de ellos puede existir casi sin darse cuenta de su dependencia de los otros. La creencia de que los negocios funcionan de esta forma –interacción de generación espontánea mas que por dinámica de integración- es un error muy peligros. Debido a esta creencia, pueden suceder dos cosa: a)muchos negocios nacen y mueren súbitamente. De echo a nivel mundial una empresa vive en promedio menos de 5 años, b) negocios con una rentabilidad inferior a su potencial.

El objetivo de todo negocio es maximizar su rentabilidad (lo más cercano a su potencial), para ello es necesario Desarrollar un Mercado Sustentable. La solidez de dicho negocio (máxima rentabilidad a través de un mercado sustentable) se basa en el GRADO de INTEGRACIÓN entre Clientes-Productores-Proveedores.

El Negocio Forestal, es un negocio intrínsecamente integrado –es una ALIANZA ESTRATÉGICA entre: MERCADO-INDUSTRIA-BOSQUE (CUSTOMERS-MILLERS-GROWERS). Evidentemente cada uno de ellos debe tener una dinámica interna, para cumplir con su rol específico en esta Alianza Estratégica.

Un mercado sustentable es el fruto de mantener a los clientes satisfechos, que es posible medir a través de: Calidad-Cantidad-Oportunidad ACORDADA.



¹ Dr., Depto Desarrollo Productos Forestales, Forestal Mininco S:A-Una Empresa CMPC, Chile.

ESTRATEGIA PARA DESARROLLAR UN MERCADO SUSTENTABLE:

Para desarrollar un mercado sustentable es necesario identificar y ordenar en forma conexas una serie de actividades, que materializan el objetivo planteado.

1.- Estudio del Mercado. ¿Qué es lo que el mercado demanda?

- Productos que el mercado demanda.
- Características de los productos demandados

2.- Estudio del Recurso Forestal. ¿Qué puede ofrecer el recurso forestal?

2.1 Características intrínsecas del recurso forestal.

2.1.1 Características morfológicas y propiedades de la madera

2.1.2 Capacidad del recurso forestal para ser moldeado a través del manejo y la genética para mejorar su competitividad en el mercado (disminuir limitaciones para satisfacer las demandas del mercado).

2.2 Describir y Clasificar Materia Prima (Rollizos)

2.2.1 Relación entre M. Prima y los productos finales demandado

2.2.2 Desarrollar una norma de tipificación de productos (M.prima adecuada –productos finales adecuados).

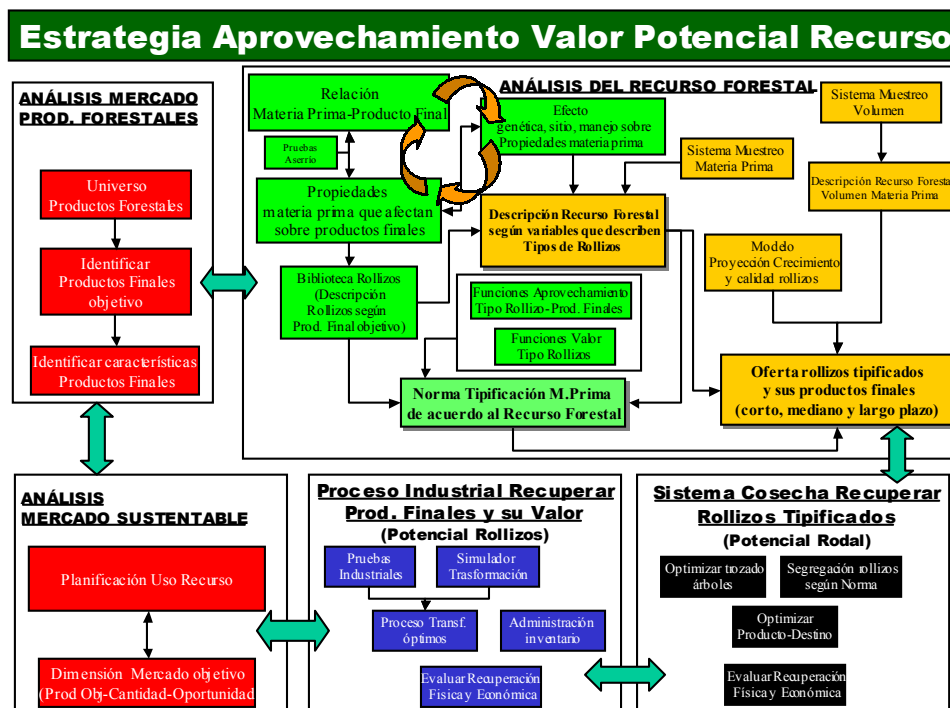
2.2.3 Construir funciones aprovechamiento para cada rollizo.

2.3 Describir y Clasificar los bosques disponibles.

2.3.1 Dimensionar Oferta de productos finales de acuerdo a norma de tipificación.

3.- Desarrollar estrategia para el aprovechamiento físico y económico del recurso en la etapa de cosecha.

4.- Desarrollar estrategia para el aprovechamiento físico y económico de los rollizos tipificado en la etapa transformación industriales.



Esta charla se desarrollará a través de ejemplos en cada uno de los casilleros indicados en esta figura.

Promoção:



Patrocinadores:



Apoio:

