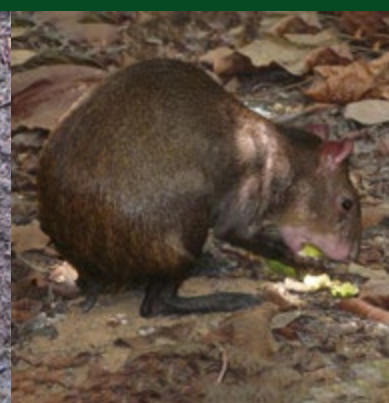


RESTAURAÇÃO FLORESTAL



REGULARIZAÇÃO
AMBIENTAL DE
PROPRIEDADES
RURAIS

SISTEMA FAEP



SENAR - ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DO PARANÁ

CONSELHO ADMINISTRATIVO

Presidente: Ágide Meneguette

Membros Titulares

Rosanne Curi Zarattini
Nelson Costa
Darci Piana
Marcos Junior Brambilla

Membros Suplentes

Livaldo Gemin
Robson Mafioletti
Ari Faria Bittencourt
José Amauri Denck

CONSELHO FISCAL

Membros Titulares

Sebastião Olímpio Santarozza
Paulo José Buso Júnior
Carlos Alberto Gabiatto

Membros Suplentes

Ana Thereza da Costa Ribeiro
Ciro Tadeu Alcântara
Aparecido Callegari

Superintendente

Débora Grimm

**ALESSANDRO CAMARGO ANGELO
KAREN KOCH FERNANDES DE SOUZA**

**RESTAURAÇÃO FLORESTAL – REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL
DE PROPRIEDADES RURAIS**

**CURITIBA
SENAR AR/PR
2020**

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n.164, datada de 22 de julho de 1994 e junto à Fundação Biblioteca Nacional e Centro de Editoração, Documentação e Informação Técnica do SENAR AR-PR

Autores: Alessandro Camargo Angelo e Karen Koch Fernandes de Souza

Coordenação técnica: Neder Maciel Corso – CREA-PR-62260/D

Coordenação metodológica: Tatiana de Albuquerque Montefusco

Revisão técnica e final: CEDITEC – SENAR AR/PR

Normalização: Rita de Cassia Teixeira Gusso – CRB 9/647

Coordenação gráfica: Carlos Manoel Machado Guimarães Filho

Revisão ortográfica e diagramação: Sincronia Design Gráfico Ltda.

Catálogo no Centro de Editoração, Documentação
e Informação Técnica do SENAR AR/PR.

Angelo, Alessandro Camargo ; Souza, Karen Koch
Fernandes.

A584

Restauração florestal / Alessandro Camargo Angelo
[e] Karen Koch Fernandes Souza. – Curitiba : SENAR
AR-PR., 2020.

192 p.

ISBN: 978-65-88733-06-6

1. Florestas 2. Meio ambiente. 3. Florestas-
-Restauração. I. Souza, Karen Koch Fernandes.
II. Título.

CDD502
CDU574.3

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, por qualquer meio, sem a
autorização do editor.

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



APRESENTAÇÃO

O SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – é uma instituição prevista na Constituição Federal e criada pela Lei n.º 8.315, de 23/12/1991. Tem como objetivo a formação profissional e a promoção social do homem do campo para que ele melhore o resultado do seu trabalho e, com isso, aumente sua renda e sua condição social.

No Paraná, o SENAR é administrado pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP – e vem respondendo por amplo e diversificado programa de treinamento.

Todos os cursos ministrados por intermédio do SENAR são coordenados pelos Sindicatos Rurais e contam com a colaboração de outras instituições governamentais e particulares, prefeituras municipais, cooperativas e empresas privadas.

O material didático de cada curso levado pelo SENAR é preparado de forma criteriosa e exclusiva para seu público-alvo, a exemplo deste manual. O objetivo é garantir que os benefícios dos treinamentos se consolidem e se estendam. Afinal, quanto maior o número de trabalhadores e produtores rurais qualificados, melhor será o resultado para a economia e para a sociedade em geral.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
1. BENEFÍCIOS DAS FLORESTAS E CAUSAS DA DEGRADAÇÃO	9
1.1 O CONTEXTO HUMANO E SUA RELAÇÃO COM A RESTAURAÇÃO DE ÁREAS NATURAIS	9
1.2 SUBSÍDIOS PARA A RESTAURAÇÃO	13
1.3 BENEFÍCIOS AMBIENTAIS, SERVIÇOS E PRODUTOS PROPORCIONADOS PELAS FLORESTAS	17
1.4 PRODUTOS OBTIDOS DAS FLORESTAS E DAS FORMAÇÕES VEGETACIONAIS	18
1.5 CAUSAS DA DEGRADAÇÃO DE AMBIENTES	20
2. ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	23
3. BASES FÍSICAS: CLIMA E SOLO	27
3.1 FUNDAMENTOS FÍSICOS	27
3.2 ASPECTOS ENVOLVENDO O SOLO	29
3.2.1 Classificação de solos	31
3.2.2 Dinâmica do ambiente fluvial e as chamadas matas ciliares	33
3.2.3 Padrões de hidromorfia em solos	36
3.2.4 Tipos de vegetação e padrões de hidromorfia do solo	39
3.3 ASPECTOS ENVOLVENDO O CLIMA	42
3.3.1 Tipos climáticos: Köppen-Geriger para o estado do Paraná	42
3.3.2 Regiões bioclimáticas	44
4. FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS	47
4.1 FUNDAMENTOS ECOLÓGICOS PARA O PLANEJAMENTO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL	51
4.2 DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE OCORRÊNCIA NATURAL DAS ESPÉCIES	52
4.3 INTERAÇÕES ENTRE ORGANISMOS	53
4.4 SUCESSÃO DA VEGETAÇÃO E DINÂMICA DE CLAREIRAS	56
4.4.1 Classificação das espécies em grupos ecológicos	61
4.5 FITOGEOGRAFIA: ASPECTOS ENVOLVENDO A DISTRIBUIÇÃO FITOGEOGRÁFICA NO ESTADO DO PARANÁ	64
4.6 ESPÉCIES INVASORAS	71
4.6.1 Exemplos de espécies arbóreas exóticas consideradas invasoras	72
4.6.2 Outros exemplos de espécies reconhecidas como invasoras no estado do Paraná e as tipologias de vegetação mais atingidas	73
5. PRODUÇÃO DE MUDAS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA	75
5.1 PRODUÇÃO DE MUDAS	75
5.1.1 Sementes florestais	75
5.1.2 Viveiro florestal	80

5.1.3 Substrato e recipiente	83
5.1.4 Manejo das mudas no viveiro	85
5.2 ASPECTOS ENVOLVENDO A PRODUÇÃO DE MUDAS PARA A RECUPERAÇÃO DE AMBIENTES	88
6. ESTRATÉGIAS E TÉCNICAS EMPREGADAS EM RESTAURAÇÃO	91
6.1 RESTAURAÇÃO PASSIVA	91
6.1.1 Isolamento da área	91
6.1.2 Condução da regeneração e desbaste seletivo.....	92
6.1.3 Recobrimento de solo com matéria orgânica	93
6.2 MÉTODOS SILVICULTURAIS	94
6.2.1 Planejamento e estratégias ligadas ao plantio	94
6.2.2 Fatores importantes a serem considerados na implantação	95
6.2.3 Arranjos espaciais no plantio	121
6.2.4 Critérios para a escolha de espécies a serem usadas na restauração	127
7. NUCLEAÇÃO E OUTRAS TÉCNICAS QUE PODEM SER USADAS NA RESTAURAÇÃO	129
7.1 IMPORTÂNCIA E SIGNIFICADO DE NUCLEAÇÃO	129
7.1.1 Transposição de serapilheira	133
7.1.2 Instalação de poleiros	136
7.1.3 Semeadura direta	139
7.1.4 Coleta de chuva de sementes	140
7.1.5 Transposição de galharias	142
7.2 OUTRAS TÉCNICAS QUE PODEM SER USADAS NA RESTAURAÇÃO.....	143
7.2.1 Plantios de mudas de espécies bagueiras	143
7.2.2 Transplante de plântulas.....	144
7.2.3 Uso de espécies arbustivas, herbáceas e trepadeiras	146
7.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A NUCLEAÇÃO	151
8. ASPECTOS ENVOLVENDO A ADEQUAÇÃO AMBIENTAL EM PROPRIEDADES RURAIS	153
8.1 MODELOS DE USO DA TERRA	154
8.1.1 Plantio consorciado.....	155
8.1.2 Rotação de culturas	155
8.1.3 Sistemas agroflorestais.....	156
8.1.4 Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)	158
8.1.5 Plantios de adensamento e de enriquecimento	160
9. CHAVE PARA TOMADA DE DECISÃO	163
9.1 ESCOLHA DOS PROCEDIMENTOS CONFORME DIAGNÓSTICO DE CADA LOCAL.....	163
9.1.1 Condições do solo no local	163
9.1.2 Presença de plantas exóticas invasoras na área	164
9.1.3 Presença de fragmentos florestais nativos na própria área ou nas proximidades da área a ser restaurada.....	165
9.2 CHAVE PARA A TOMADA DE DECISÃO EM ATIVIDADES DE RESTAURAÇÃO	168
10. MONITORAMENTO EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO	171

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a expansão de atividades econômicas costumam promover grandes alterações nas paisagens naturais. Essas áreas, representadas por florestas, rios, brejos e outros ambientes, são muito importantes para a manutenção da biodiversidade, assim como da própria qualidade de vida do ser humano.

Em função dessa importância e devido às alterações na paisagem mencionadas, com o passar do tempo surgiram leis que procuram disciplinar a utilização das superfícies de terra, estabelecendo limites de uso e de ocupação. Paralelamente a isso, tem ocorrido um aumento de consciência em relação às questões ambientais, com uma parte expressiva da sociedade dando cada vez mais valor à conservação de recursos e de ambientes naturais.

As propriedades rurais têm relação direta com esse contexto, na medida em que necessitam intervir nessas paisagens para produzir. Os sistemas produtivos podem ser mais eficientes ecologicamente por meio de técnicas que levem à conservação de recursos como o solo e a água, ou seja, ao mesmo tempo em que podem ser produtivos economicamente, devem se preocupar com a manutenção desses recursos naturais.

Mas, além do adequado manejo desses recursos, devido à supressão parcial ou total da vegetação nativa, muitas vezes é necessário recuperar a cobertura dessa vegetação para que a propriedade atenda às demandas legais, como a cobertura de Reserva Legal (RL) e a reconstituição de Áreas de Preservação Permanente (APP).

De acordo com a *Society for Ecological Restoration* – SER (2019) o conceito de restauração envolve a ciência, a prática e a arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e no funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais.

Atender a essas premissas requer um conjunto amplo de conhecimentos que envolvem aspectos ecológicos, econômicos e sociais. O desafio desta publicação é dar subsídios para que a prática de recuperar ou restaurar ambientes tenha mais efetividade, atendendo às demandas que envolvem a adequação ambiental de propriedades rurais.

O conteúdo abordado é fruto do empenho e do esforço de muitas pessoas, envolvendo diversos professores, pesquisadores, empresas, órgãos públicos, organizações não governamentais, produtores rurais, bem como outros atores da nossa sociedade.

Os autores agradecem a todo esse conjunto de pessoas e almejam que o conteúdo apresentado seja útil àqueles que demandam estas informações.

1 BENEFÍCIOS DAS FLORESTAS E CAUSAS DA DEGRADAÇÃO

1.1 O CONTEXTO HUMANO E SUA RELAÇÃO COM A RESTAURAÇÃO DE ÁREAS NATURAIS

Ao longo do processo de evolução, a espécie humana atravessou muitas fases e teve de superar problemas que ainda a afligem, como fome, frio, calor, falta de água, doenças e muitos outros.

Há alguns milênios, os grupos humanos tinham um comportamento que os caracterizava como 'caçadores-coletores'. Naquela época, com uma população muito menor do que a de hoje e com impactos modestos, a espécie humana nada mais era do que mais uma dentre as várias espécies animais.

Com o passar do tempo, os hábitos de vida humanos foram alterados. O surgimento da agricultura e a domesticação de animais influenciaram decisivamente os hábitos e o modo de vida dessas pessoas (Figura 1).

Figura 1 – Propriedade rural.



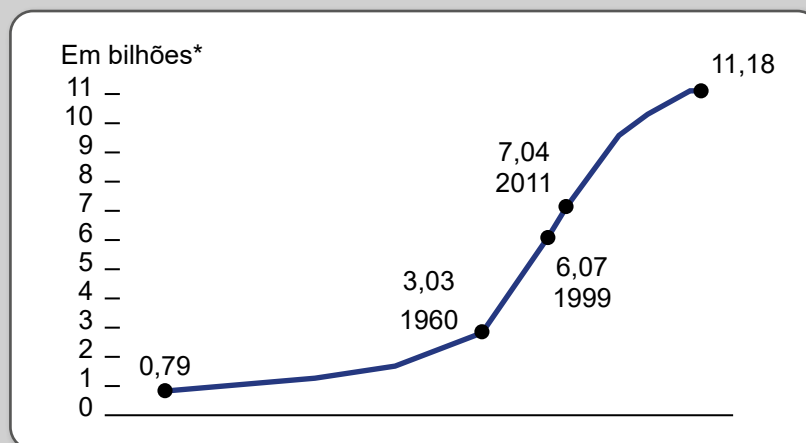
Fonte – Angelo, 2016.

Essas sociedades foram crescendo e ficando mais sofisticadas e deram origem ao que conhecemos por cidades, estados e nações. Nessa trajetória, a população humana passou a crescer, e o modo de vida dessas pessoas também foi sendo alterado, exigindo cada vez mais produtos oriundos do meio natural.

O surgimento de conhecimentos científicos foi preponderante para a criação de soluções aos problemas que afligiam a humanidade: hoje dispomos de vacinas contra várias doenças e medicamentos como antibióticos, sem os quais grande parte das pessoas teria sérios problemas.

Esses avanços, em termos de cuidados médicos, foram acompanhados na maior parte dos lugares por avanços sanitários, habitacionais e técnicas mais produtivas para a produção de alimentos, tanto na agricultura quanto na pecuária. Esse cenário fez com que a população humana aumentasse incrivelmente, ultrapassando, no início do século XXI, os sete bilhões de pessoas (Figura 2).

Figura 2 – Crescimento populacional mundial.



Fonte – Folha de São Paulo, 2018.

O maior contingente populacional e a concentração em áreas urbanas resultaram em ampliação da utilização dos serviços ecossistêmicos, cuja redução ocorre tanto pela utilização para a produção e consumo, quanto pelos danos decorrentes do retorno dos resíduos à natureza após sua utilização pelo ser humano. (GODECKE *et al.*, 2012).

Todas essas pessoas, em todas as partes do mundo, almejam ter uma vida digna e, para isso, precisam de alimentação, vestimentas, habitação, meios de transporte, acesso a cuidados médicos e à educação, entre muitas outras demandas inventadas por nossa espécie.

Os impactos para satisfazer essa imensa população eram inicialmente voltados para a alimentação. No entanto, a sofisticação da vida em sociedade criou

seguidamente novas demandas e tecnologias. Esse sistema acarretou, então, uma cultura de consumo. Hoje, além de haver um número expressivo de pessoas, o padrão de consumo individual tornou-se, em média, muito elevado.

Prover matérias-primas para atender a essa crescente demanda fez com que a sociedade humana há muito tempo começasse a fazer uso intenso de recursos naturais, passando a alterar grande parte das paisagens do planeta (Figura 3).

Figura 3 – Rio Nhundiaquara (Morretes-PR).



Fonte – Angelo, 2007.

As atividades humanas típicas, como agricultura, pecuária, mineração e urbanização, passaram a ocupar cada vez mais espaços. Além disso, a presença humana deixa resíduos, muitos deles tóxicos, comprometendo a vida ao redor, inclusive dos próprios seres humanos, o que passou a ser chamado de poluição.

Nesse aspecto, a poluição causada por luxos associados à nossa qualidade de vida, como o uso de combustíveis fósseis, está ligada a problemas de escala planetária, como é o caso dos chamados gases de efeito estufa, associados ao aquecimento global. Da mesma maneira, associa-se a esse problema o desmatamento de áreas para a expansão de atividades econômicas, atividade que ocorre com intensidade na Região Norte do Brasil.

Importante aqui chamarmos a atenção para um aspecto: as atividades econômicas características das zonas rurais, como a agricultura, a pecuária e a silvicultura, apesar de serem tipicamente humanas, estão intimamente ligadas aos recursos naturais, pois dependem da água, do solo, do clima e de polinizadores, apenas para citar alguns exemplos.

Ou seja, a produtividade no campo se relaciona com a tecnologia na forma de sementes melhoradas, fertilização, irrigação, raças mais adaptadas, equipamentos modernos e gestão de recursos financeiros, mas também depende de fatores naturais, como os mencionados no parágrafo anterior. Sendo assim, os cuidados ambientais também estão atrelados à manutenção por um prazo maior do que chamamos de produtividade.

Esse cenário que envolve alterações ou supressão de paisagens naturais, associado ao aumento da consciência ambiental, tem levado à criação de leis que buscam estabelecer limites em relação ao uso dessas paisagens, tendo como objetivo evitar sua destruição, e, por conseguinte, o fracasso da própria sociedade humana.

Tais leis passaram a exigir que as propriedades rurais mantenham uma parte de sua área recoberta com vegetação nativa e, caso não a tenham, ela precisa ser restaurada, ou seja, refeita de alguma maneira.

Esse trabalho de restauração (Figura 4) é complexo, pois implica o domínio de muitas áreas de conhecimento, envolvendo informações sobre as espécies de plantas, de animais, de microrganismos, de solos, clima, insumos, questões legais, planejamentos operacionais, recursos humanos, entre outros.

Figura 4 – Área com plantio e regeneração natural em restauração.



Fonte – Angelo, 2011.

1.2 SUBSÍDIOS PARA A RESTAURAÇÃO

Esse trabalho multidisciplinar tem evoluído com o passar do tempo, buscando atender melhor essa necessidade. A própria atividade de restauração pode ter diferentes propósitos, como a reabilitação de funcionalidades ambientais, o resgate da biodiversidade, a adequação ambiental de empreendimentos econômicos impactantes ou mesmo a prevenção de acidentes em áreas urbanas.

Em todo caso, reconstruir ao menos uma parte de alguns ambientes naturais costuma ser uma tarefa muito difícil. Os chamados 'ecossistemas' são fruto de um processo evolutivo que remonta há milhões de anos, com processos adaptativos que se estabeleceram ao longo desse tempo. Portanto, tentar 'reparar' essa biodiversidade, trazer de volta essa complexidade, não é uma tarefa simples.

Um dos fatores decisivos para a maior ou menor dificuldade da restauração de uma área reside no histórico da área de trabalho. Ou seja, quanto maiores forem as alterações e quanto mais prejudicados estiverem o solo e o banco de sementes nativas do solo, mais difícil será o trabalho. Da mesma maneira, quanto maior a distância de remanescentes de vegetação nativa e quanto maior a ausência de animais polinizadores e dispersores, maiores os desafios e as dificuldades para se restaurar uma área. Dentre os muitos fatores influenciadores, podemos mencionar ainda a presença de atividade humana indesejada na área, ou a presença de espécies invasoras.

Essas situações diferentes levaram ao surgimento, nos últimos anos, de diferentes métodos e estratégias voltados à restauração. De maneira geral, um dos procedimentos mais difundidos é o que faz uso de plantios de espécies nativas (Figura 5) nessas áreas alteradas. No entanto, esses plantios quase sempre têm considerado apenas as espécies arbóreas, não envolvendo plantas arbustivas ou de outros hábitos. Essa ausência pode e precisa ser corrigida por meio da incorporação de métodos complementares ao plantio.

Figura 5 – Plantio de açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) (Pinhais-PR).



Fonte – Angelo, 2018.

Além de não contemplarem toda a biodiversidade necessária, os plantios destinados à restauração esbarram no fator custo. As atividades de marcação de matrizes, coleta de sementes, produção de mudas, transporte de mudas ao campo, preparo do terreno, implantação e manutenção dessas mudas em campo representam uma tarefa desafiadora, que demanda recursos financeiros e tempo.

Por tudo isso, o planejamento de plantios destinados à restauração requer um conhecimento considerável, que tem como objetivo aumentar a eficiência desses esforços e diminuir os custos e o empenho necessários para o trabalho.

Por conta desses custos e da necessidade evidente de se contemplar aspectos ecológicos de forma mais completa, outras metodologias e conhecimentos vêm sendo aplicados, seja aprimorando o próprio esforço de plantio de espécies nativas, seja dando origem a novos métodos e estratégias, algumas delas com resultados encorajadores, como a transposição de serapilheira, a semeadura direta, a transposição de galharia, a instalação de poleiros, a coleta de chuva de sementes, o resgate de plântulas, a instalação de caixas-ninho para pássaros (Figura 6A) e as caixas com colônias de abelhas nativas (Figura 6B).

Figura 6 – A: caixa-ninho feita com ‘porongo’ (*Lagenaria siceraria*) ocupada por pássaros em área em processo de restauração (Pinhais-PR) e B: caixas com colônias de abelhas nativas (meliponídeos).



Fonte – Angelo, 2016 (A) e 2012 (B).

Independentemente da estratégia ou do conjunto de estratégias escolhidas para a restauração em um local, é imprescindível considerar uma série de fundamentos ecológicos. Entre os aspectos mais relevantes, podemos relacionar a própria biodiversidade das formações vegetacionais, como aquela encontrada em florestas tropicais e subtropicais.

**VOCÊ SABIA?**

Biodiversidade = variabilidade entre organismos vivos de todas as fontes (ecossistemas terrestres, marinhos, lacustres, entre outros); compreendendo ainda a diversidade dentro das espécies, entre as espécies e de ecossistemas.

Outro aspecto fundamental se refere à importância das características fitogeográficas da área, ou seja, sua tipologia vegetacional, pois cada região tem ou tinha um tipo de vegetação adaptado à sua realidade de solo e clima.

É necessário ressaltar aqui a importância do conceito de 'sucessão natural', que trata da sequência das espécies em uma paisagem e cujo entendimento é bastante estratégico quando se pretende restaurar determinada área. Esse conceito está ligado ao que ocorre, por exemplo, no processo de abertura de clareiras em um local. Outro aspecto relevante é o que se relaciona às interações ecológicas entre espécies, seja entre plantas e animais, entre plantas ou entre animais.

Além disso, um grande e decisivo conjunto de subsídios representados por fatores físico-químicos, como os aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos dos locais muitas vezes é ignorado, comprometendo ou diminuindo muito a eficiência dos trabalhos em questão.

Esse ponto de vista já tinha sido evidenciado há alguns anos por diversos autores, como Rodrigues *et al.* (2000), para os quais a incorporação dos aspectos ecológicos aos processos de recuperação vem fazendo com que estes deixem de ser meras aplicações de práticas silviculturais para assumirem a difícil tarefa de reconstrução das complexas interações de uma comunidade.

Como visto, a fundamentação das atividades de restauração é complexa, mas busca entender melhor como funciona determinado ecossistema. Esse melhor entendimento pode resultar na maior eficiência dos trabalhos de restauração, resultando em menores desperdícios, menor necessidade de manutenções e, conseqüentemente, menores custos e frustrações.

Tais fundamentos visam a subsidiar a concepção de novas estratégias ou mesmo a adequação de algumas das estratégias mencionadas por meio da melhor adaptação em seus ambientes. O resultado almejado é o restabelecimento de comunidades florestais funcionais, com alta diversidade, garantindo a perpetuação dos resultados obtidos para as gerações futuras.

1.3 BENEFÍCIOS AMBIENTAIS, SERVIÇOS E PRODUTOS PROPORCIONADOS PELAS FLORESTAS

A atividade de restauração de uma área vai muito além do atendimento a uma exigência legal. Esse e outros esforços na mesma direção precisam ser reconhecidos e incentivados pela sociedade, pois a manutenção de coberturas florestais pode trazer benefícios na forma de produtos oriundos dessas florestas, bem como estão associados à oferta de serviços ambientais muito importantes para a manutenção da qualidade de vida, tanto do homem do campo quanto daquele que reside em cidades.

Os serviços prestados pelas florestas são muito diversos. Existem benefícios ligados ao clima, aos solos, aos recursos hídricos, à fauna e à qualidade de vida do homem do campo e das cidades. Esses serviços envolvem inclusive aspectos psicológicos e culturais.

A “Avaliação Ecosistêmica do Milênio” considera como serviços ambientais os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, classificando-os em: (a) serviços de provisão – alimentos, água, madeira, fibras e recursos genéticos; (b) serviços reguladores – do clima, de inundações, de doenças, da qualidade água, bem como do tratamento de resíduos; (c) serviços de suporte – formação do solo, polinização e ciclagem de nutrientes; (d) serviços culturais – recreação, apreciação estética e realização espiritual. (AEM, 2005).

As florestas podem contribuir com a qualidade de vida humana de maneiras diversas, a saber:

- conservação do solo;
- redução de erosão;
- conservação da água;
- redução de assoreamentos e enchentes;
- papel das cortinas vegetais contra ventos e ruídos;
- manutenção de animais polinizadores;
- manutenção de inimigos naturais de pragas;
- formação de corredores de biodiversidade;
- fixação de carbono e redução de efeito estufa;
- sensação de bem-estar.

Diante de todos esses benefícios, em alguns locais se estabeleceu uma prática conhecida como ‘pagamento por serviços ambientais’ (PSA). Trata-se de um estímulo àqueles que mantêm áreas com floresta em suas propriedades, o que traz, como vimos, benefícios para toda a sociedade. Alguns exemplos de projetos assim já se encontram em prática em algumas regiões do Brasil.

1.4 PRODUTOS OBTIDOS DAS FLORESTAS E DAS FORMAÇÕES VEGETACIONAIS

Além dos muitos benefícios e serviços citados, as florestas apresentam um potencial expressivo enquanto fornecedoras de matéria-prima para diferentes tipos de produtos.

A madeira, por exemplo, é um elemento heterogêneo que se origina em diferentes espécies de árvore. Isso resulta em uma gama incrivelmente variada de madeira, que varia em relação à coloração, ao peso, à resistência mecânica, à densidade, entre outros fatores.

Diversas espécies de árvores produzem madeiras (Figura 7) que podem ter variadas aplicações, a depender de suas características. Dentre elas, podemos citar: açoita-cavalo (móveis), baguaçu (caixotaria), bracatinga (lenha, móveis), canjerana (carpintaria), cedro (caixilhos, janelas), garapeira (barris e tonéis), guanandi (móveis, mourões), guapuruvu (caixotaria, canoas), guaricica (lenha), ipê-roxo (construção naval), louro-pardo (móveis de luxo, vigas), pau-marfim (móveis de luxo), peroba-rosa (caibros, janelas, carrocerias), pinheiro-do-paraná (construção civil, móveis), sobrasil (construção civil, lenha) e timbaúva (construção civil, carpintaria).

Figura 7 – Madeira serrada.



Fonte – Angelo, 2009.

Os produtos obtidos da madeira são os mais conhecidos em relação às florestas. Mas, nos últimos anos, outra gama diversificada de produtos oriundos das florestas tem ganhado destaque: são os chamados produtos florestais não madeireiros (PFNM) (Figura 8).

Figura 8 – Produtos florestais não madeireiros (PFNM): óleos essenciais aplicados em cosméticos e produtos medicinais.



Fonte – Angelo, 2009.

Esses produtos podem ser subdivididos em vários tipos distintos, dentre eles gomas, resinas, borracha (Figura 9), fibras, frutas, sementes, plantas medicinais, apícolas, aromáticas, forrageiras e ornamentais.

Figura 9 – Borracha natural extraída da espécie arbórea *Hevea brasiliensis* (seringueira).



Fonte – Angelo, 2009.

Além disso, das florestas vêm também produtos alimentícios, como as folhas da erva-mate (Figura 10) e o pinhão de araucária, que são produzidos e consumidos principalmente na Região Sul do país.

Figura 10 – Folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*).



Fonte – Angelo, 2019.

Além dos produtos alimentícios mais tradicionais, existem muitas espécies nativas com grande potencialidade, sendo que algumas variedades frutíferas são mais estudadas, como a pitanga, a guabiroba, a jabuticaba e o araçá.

1.5 CAUSAS DA DEGRADAÇÃO DE AMBIENTES

A expansão da agricultura representou o principal fator de alteração da paisagem natural no estado (Figura 11), em função de ciclos econômicos como os do café e da soja. Atividades agrícolas contam com áreas que apresentam solos férteis e mecanizáveis. Em contextos assim, a supressão da vegetação nativa foi quase total.

Figura 11 – Alteração da paisagem natural em função de atividade agrícola.



Fonte – Angelo, 2011.

Outros tipos de empreendimento também impuseram alterações na paisagem natural do estado. A pecuária (Figura 12) é um deles, tanto relacionada à produção de carne como de leite. Outra fonte de alterações é a representada pelo extrativismo, com destaque para a atividade madeireira. Conforme a região do estado, varia a tipologia de recursos florestais originalmente presentes.

Figura 12 – Alteração da paisagem natural em função da atividade pecuária.



Fonte – Angelo, 2010.

Nas últimas décadas, outros tipos de atividade ganharam expressão como causadoras de mudanças ambientais. Dentre elas, podemos ressaltar as de mineração (Figura 13), nas quais se enquadram diferentes tipos de extração, como de areia, calcário, calcário dolomítico e xisto.

Figura 13 – Alteração da paisagem natural em função da atividade de mineração.



Fonte – Angelo, 2005.

Os empreendimentos hidroelétricos (Figura 14) exigem a formação de reservatórios para a geração de energia. No Paraná, usinas como Itaipu, Foz do Areia, Salto Caxias e Salto Osório exigiram a formação de reservatórios com esses propósitos. Essas áreas se tornaram geradoras de energia, mas, por outro lado, porções de solo e de florestas e outros tipos de vegetação foram inevitavelmente encobertos pela água para sua formação.

Figura 14 – Alteração da paisagem natural em função da construção de uma hidroelétrica.



Fonte – Angelo, 2013.



ATENÇÃO

Todas as atividades mencionadas são importantes para a sociedade, pois geram receitas econômicas, empregos e impostos. Conseguir equilibrar da melhor maneira possível a presença desses empreendimentos com iniciativas que conservem ou preservem os recursos naturais é imprescindível para assegurar a qualidade de vida das futuras gerações e promover um desenvolvimento sustentável.

2 ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A cobertura florestal é essencial para o funcionamento dos ecossistemas, pois é responsável pela manutenção da produtividade, pela estabilidade e pela resiliência deles. Dessa forma, contribui direta e indiretamente para o bem-estar humano. Essa funcionalidade é assegurada na propriedade rural por meio de exigências legais, como a manutenção ou recuperação do componente florestal em diferentes situações.

No Brasil, a Lei n.º 12.651, de 25/05/2012, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. A atual legislação revogou algumas leis e medidas provisórias que tratavam de vegetação nativa, dentre elas a Lei n.º 4771/65 (intitulada de “Novo Código Florestal”).

Entre os aspectos legais abordados pela Lei n.º 12.651/2012, no que tange à adequação ambiental na propriedade rural e, com isso, aspectos que envolvem a restauração florestal, cabe destacar aqui alguns conceitos e definições, tais como: Área de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal (RL), Área Rural Consolidada, Cadastro Ambiental Rural (CAR) e Programa de Regularização Ambiental (PRA). Por esse motivo, o presente capítulo terá por base a referida lei e pretende descrever tais conceitos.

As Áreas de Preservação Permanente têm sua importância associada especialmente à funcionalidade dos ecossistemas. Elas são definidas, de acordo com o Art. 3, Inciso II da Lei n.º 12.651/2012, como

área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (BRASIL, 2012)

Em geral, as APP se localizam ao longo de margens de rios, reservatórios de água e nascentes, assim como em áreas suscetíveis à erosão (topos de morro, encostas, áreas declivosas) e biomas sensíveis, tais como manguezais e restingas.

A Reserva Legal é definida no Artigo 3.º, Inciso III, como

área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do Art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. (BRASIL, 2012).

O percentual de área que deve ser conservado em cada propriedade rural para atender o que se define por Reserva Legal varia de acordo com a região e o bioma, conforme descrito no artigo 12º. O Paraná se enquadra no Inciso II do referido artigo, ou seja, 20% do imóvel rural deve ser destinado à Reserva Legal.

A lei trouxe novas diretrizes relacionadas à proteção da flora nativa, pois estabeleceu regra específica para os pequenos produtores rurais. (WOLLMAN; BASTOS, 2014). Isso pode ser observado especialmente no caso de APP consolidada, em que o Módulo Fiscal passa a ser relevante na definição da largura da faixa de APP ao longo de cursos d'água.



PARA SABER MAIS

Módulo Fiscal

Unidade de medida expressa em hectares, fixada pelo INCRA, para cada município.

Exemplos:

Curitiba	= 1 módulo fiscal = 5 hectares
Irati	= 1 módulo fiscal = 16 hectares
Maringá	= 1 módulo fiscal = 14 hectares
Morretes	= 1 módulo fiscal = 16 hectares
Palotina	= 1 módulo fiscal = 18 hectares
Quatiguá	= 1 módulo fiscal = 18 hectares
Rolândia	= 1 módulo fiscal = 12 hectares
Saudade do Iguaçu	= 1 módulo fiscal = 20 hectares

Para consultar: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>

Outro aspecto também incorporado pela lei foi o termo 'consolidado'.



VOCÊ SABIA?

Área Rural Consolidada (Artigo 3.º Inciso IV)

Área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio.

De acordo com Wollman e Bastos (2014), de acordo com o Código Florestal de 2012, no cálculo da área destinada à Reserva Legal podem ser somadas as Áreas de Preservação Permanente do imóvel, desde que o proprietário tenha requerido sua inclusão no Cadastro Ambiental Rural e nos casos previstos na lei.

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) tem por finalidade auxiliar no processo de regularização ambiental de propriedades rurais, garantindo o cumprimento do dever de defender e preservar o meio ambiente conforme estabelece a Constituição Federal do Brasil.

O registro do CAR é público, eletrônico, de abrangência nacional e obrigatório. No caso de pequenas propriedades rurais, os órgãos ambientais estaduais são responsáveis por oferecer auxílio para a realização do cadastro. Um ponto que deve ser ressaltado é a associação entre linhas de crédito rural ofertadas aos produtores e a apresentação do referido cadastro em momento oportuno.

Já o Programa de Regularização Ambiental (PRA) envolve as propriedades rurais que apresentam irregularidades ambientais relativas às Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito. Tais propriedades deverão efetivar a regularização ambiental por meio de adesão ao Programa de Regularização Ambiental de seu estado.

Portanto, o PRA requer um conjunto de iniciativas a serem implementadas por produtores rurais com o propósito de adaptar e promover a regularização ambiental. Esse processo envolve a assinatura de um Termo de Compromisso (TC) indicando o local e os procedimentos para o processo de regularização, bem como o cronograma de execução e as demais ações necessárias para a regularização.

Além do exposto, outras leis também estão relacionadas ao componente florestal nas propriedades rurais, tais como

- Lei n.º 9.605, de 12/02/1998 (Lei de Crimes Ambientais);
- Lei n.º 5.197, de 03/01/1967 (Lei da Fauna Silvestre);
- Lei n.º 8.171, de 17/01/1991 (Política Agrícola);
- Lei n.º 6.398, de 31/08/1981 (Política Nacional do Meio Ambiente);
- Lei n.º 9.433, de 08/01/1997 (Lei de Recursos Hídricos).

3 BASES FÍSICAS: CLIMA E SOLO

3.1 FUNDAMENTOS FÍSICOS

Os chamados ecossistemas são constituídos por um conjunto de organismos vivos e seus ambientes físicos e químicos. De acordo com definição do Ministério do Meio Ambiente, o ecossistema (Figura 15) é formado pelos seres vivos e pelo lugar onde eles vivem, em equilíbrio. Nesse local, as plantas retiram nutrientes do solo e energia da luz do sol. Alguns animais se alimentam das plantas e depois servem de alimento para outros animais. Quando morrem, os seres vivos se decompõem e fornecem nutrientes ao solo que serão novamente aproveitados pelas plantas, num ciclo em que cada um tem importância fundamental.

Figura 15 – Ecossistema Florestal: Floresta Amazônica, Amazonas-BR.



Fonte – Angelo, 2018.

Ressalta-se a importância dos aspectos físicos e químicos do ambiente porque, quanto maior for o entendimento desse ambiente e de suas influências sobre as plantas e os animais, maior tende a ser o êxito alcançado no esforço de restauração de uma área.

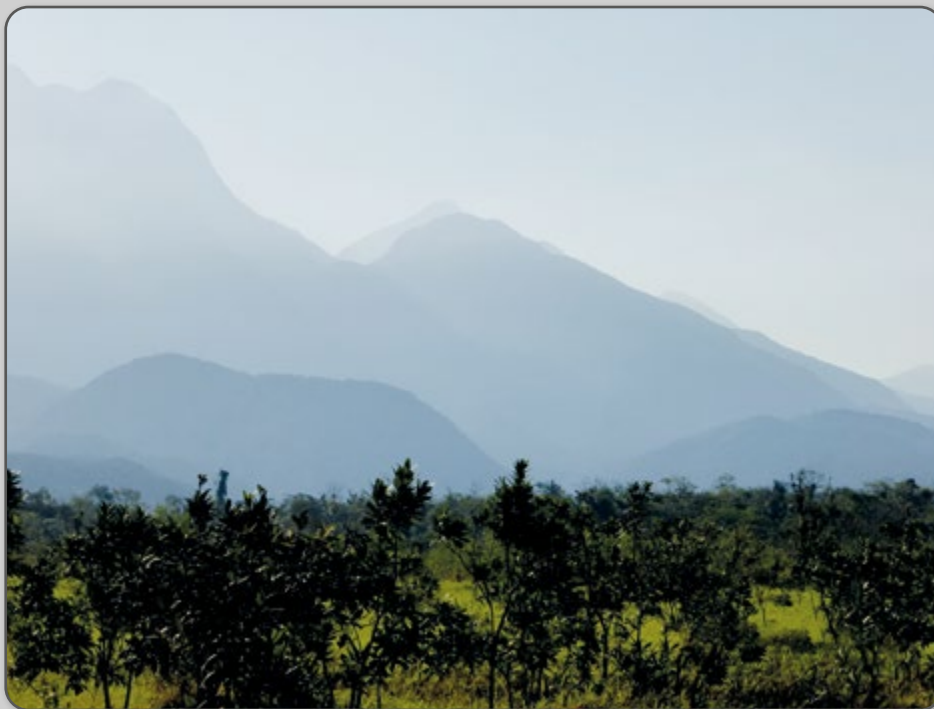
Os fatores físicos do ambiente influenciam as plantas de diferentes e decisivas maneiras, podendo ser destacados os efeitos promovidos pelo solo e pelo clima. Compreender a dinâmica da paisagem é muito importante quando se trata de restauração florestal.

A vegetação que ocorre em determinado lugar, na verdade, expressa a influência e o condicionamento de diversos fatores físicos no ambiente. As diferentes espécies de plantas não ocorrem em 'qualquer lugar'; algumas preferem, por exemplo, ambientes mais úmidos, enquanto outras preferem ambientes mais secos.

Existem informações muito importantes relacionadas à geologia, ciência que estuda a origem, a história, a composição e as características do planeta Terra. As rochas e os processos naturais de formação da paisagem são definidores de uma paisagem, determinando, por exemplo, a vegetação que consegue se desenvolver em uma região.

Outro aspecto a ser ressaltado é a chamada geomorfologia, que é o ramo da geologia física que estuda as formas atuais do relevo terrestre e investiga sua origem e evolução. As formas de relevo estão relacionadas, por exemplo, ao acúmulo ou à movimentação de sedimentos em um local. Áreas declivosas terão mais instabilidade, sendo constituídas por solos mais rasos e vulneráveis (Figura 16).

Figura 16 – Relevo montanhoso (Serra do Mar-PR).



Fonte – Angelo, 2016.

A compreensão da pedologia de um local é outra informação decisiva para o entendimento de como as plantas se distribuem na paisagem. Tanto a geologia quanto a geomorfologia irão condicionar os solos da área. A pedologia é o estudo dos solos em seu ambiente natural e constitui uma base imprescindível para o êxito de uma propriedade rural, tanto em termos de geração de renda como em relação à restauração florestal.

3.2 ASPECTOS ENVOLVENDO O SOLO

Os solos, como não poderia deixar de ser, exercem influência decisiva sobre as plantas na medida em que são a fonte da maior parte dos nutrientes e propiciam suporte de sustentação para as plantas. As rochas que existem na superfície da terra sofrem intemperismo (físico, químico e biológico), e o solo é o resultado desse intemperismo.

? VOCÊ SABIA?

Intemperismo = conjunto de processos (físicos, químicos e biológicos) que proporcionam a desintegração (decomposição) da rocha. Com isso, tem-se a formação do perfil do solo.

Dependendo da variação do material de origem e dos fatores formadores, os solos terão características bastante distintas. Assim, a formação (gênese) do solo se dá mediante fatores e processos de formação. Os fatores são os seguintes: rocha (material de origem), clima, relevo, organismos e tempo (cronológico). Já os processos de formação do solo são as ações que os fatores sofrem e provocam a formação do solo. Os processos de formação são: perdas, adições, transportes e transformações.

O solo, portanto, resulta da ação simultânea e integrada do clima e de organismos que atuam sobre um material de origem (geralmente a rocha), que ocupa determinada paisagem (ou relevo), durante certo período de tempo. Durante seu desenvolvimento, o solo sofre ação de diversos processos de formação. (LIMA; LIMA; MELO, 2007).

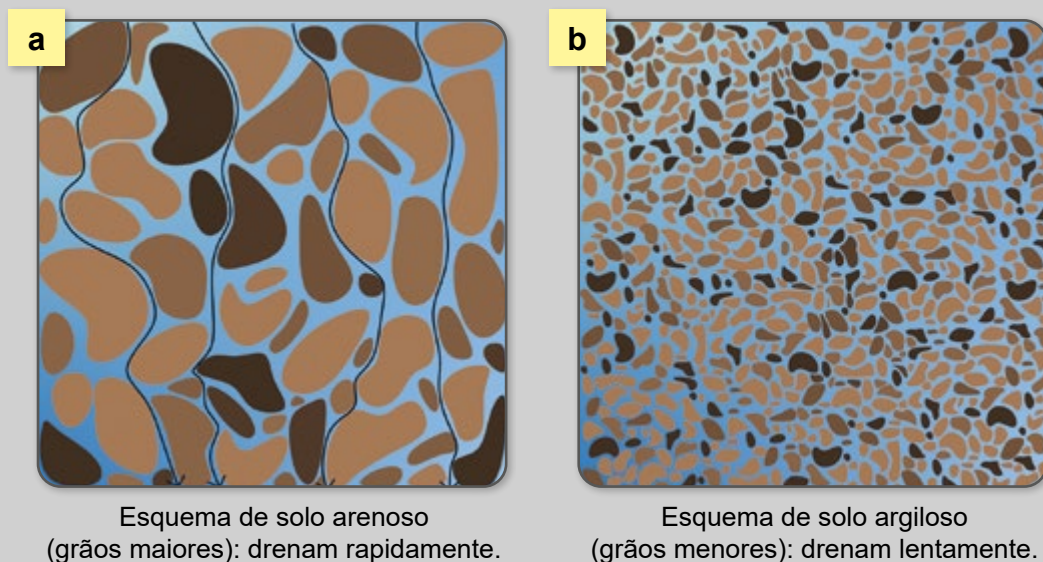
O perfil do solo é constituído por diferentes horizontes (ou camadas) que, normalmente, se distinguem em coloração e textura. Dentre os principais horizontes se destacam:

- Horizonte O – orgânico, é formado pela matéria orgânica em decomposição e normalmente tem coloração escura.
- Horizonte A – mineral (origem principal na rocha), mas apresenta uma mistura de matéria orgânica e minerais, com bastante influência do clima e alta atividade biológica. Em geral, é mais escuro que os demais horizontes minerais.

- Horizonte B – mineral, costuma ter coloração forte e acúmulo de argilas oriundas dos horizontes superiores, óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio.
- Horizonte C – mineral, é a rocha intemperizada. Mistura de solo pouco denso com rocha-matriz pouco alterada.
- Rocha – rocha-matriz sem alteração.

A textura dos solos em diferentes locais é muito distinta. Uma das diferenças básicas se relaciona à proporção de areia, silte e argila (Figura 17). A areia é formada por partículas de sedimento com diâmetros maiores, o silte, pelas partículas intermediárias e a argila é formada pelas de menor diâmetro. Os solos naturalmente apresentam diferentes proporções desses componentes. Tal composição influencia muito o desenvolvimento das plantas. Os diferentes tipos de granulometria influenciam, por exemplo, a capacidade de retenção de água entre os solos.

Figura 17 – Diferença de tamanho das partículas do solo.



Fonte – Spolador, 2019 (adaptado de Angelo, 2007).

Solos arenosos têm grande capacidade de absorção de água, ou seja, eles a drenam mais facilmente. Solos siltosos são muito suscetíveis à erosão, pois suas partículas são finas e leves e não se agregam como no caso das argilas. Os solos argilosos tendem a acumular mais água, costumam apresentar pouca aeração, ser ricos em óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio e ser impermeáveis (Figura 18).

Figura 18 – Local com encharcamento.



Fonte – Angelo, 2009.

Essas informações são fundamentais em uma propriedade rural, pois sua aptidão dependerá em parte da fertilidade e demais características do seu solo, fazendo com que seja mais ou menos produtiva. Da mesma forma que os cultivos econômicos, as plantas nativas respondem a essas variações, demonstrando maior ou menor adaptação dependendo de cada local e de cada espécie.

3.2.1 Classificação de solos

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBC S) é um sistema oficial e agrupa os solos em 13 grandes grupos (SiBC S, 2006). Classificar corretamente o solo que se pretende trabalhar é de fundamental importância para ajustar as necessidades, bem como delimitar áreas sensíveis à degradação e recuperar as que foram degradadas. O Quadro 1 apresenta as principais características das ordens de solos que ocorrem no estado do Paraná. Amostragens de solo são fundamentais como a exemplificada na Figura 19.

Figura 19 – Exemplo de amostragem de solo.



Fonte – Angelo, 2019.

Quadro 1 – Principais solos de ocorrência no Estado do Paraná de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e características ambientais.

Classe	Descrição	Característica ambiental
Argissolos	Acúmulo de argila no horizonte B e baixa retenção de nutrientes no horizonte A.	Suscetíveis à erosão, pois ocupam relevos mais declivosos.
Cambissolos	Solos rasos, apresentam horizonte B em formação.	Ocorrem em terrenos mais declivosos. São suscetíveis à erosão e ao assoreamento de rios.
Espodossolos	Solos arenosos com acúmulo de matéria orgânica no horizonte B.	Extremamente frágeis apesar de normalmente ocorrerem em relevos planos.
Gleissolos	Horizonte de subsuperfície (B ou C) de coloração acinzentada.	Ocorrem em regiões planas ou áreas de várzeas e banhados. Os lençóis freáticos podem ser contamináveis por agrotóxicos.
Latosolos	Solos profundos, muito porosos, permeáveis, com boa drenagem e bem intemperizados.	Em geral ocorrem em relevo plano, têm alta estabilidade e por isso têm baixo risco de erosão.
Neossolos	Solos rasos (material mineral e/ou orgânico pouco espesso), comumente apresentam horizonte A sobre horizonte C ou rocha.	Ocorrem preferencialmente em relevo declivoso e com presença de pedras, por isso são considerados extremamente frágeis.
Nitossolos	Agregados do horizonte B, apresentam brilho na superfície que pode ser causado pela presença de argila vinda dos horizontes superficiais do solo em suspensão na água.	Susceptíveis à erosão especialmente quando combinam mal manejo e relevo ondulado.
Organossolos	Solos de várzeas e banhado com acúmulo de matéria e coloração escura.	Funcionam como 'esponja' na retenção de água e abrigam fauna e flora específicas. São facilmente contamináveis por agrotóxicos. Devido a sua importância ambiental, devem ser preservados.
Plintossolos	Apresentam manchas de cores variadas nos horizontes B ou C devido à segregação de ferro.	Ocorrem geralmente em relevos planos, com baixo escoamento de água. Endurecem quando se retira a água para uso agrícola.

Fonte – Adaptado de SiBC S, 2006 e Lima; Lima; Melo, 2007.

3.2.2 Dinâmica do ambiente fluvial e as chamadas matas ciliares

Os cursos d'água são corpos de água fluente, como rios, córregos, riachos e ribeirões. Os rios são muito importantes para a conservação da biodiversidade em uma região. As florestas protegem os rios, e essa proteção está associada à garantia de abastecimento de água para a população humana. As florestas que ocupam as margens desses rios são chamadas de matas ciliares ou florestas ripárias.

As florestas nas margens dos rios podem constituir o que se chama de corredores ecológicos. Estes propiciam a ligação entre diferentes capões ou fragmentos florestais, sendo uma conexão importante para garantir o fluxo gênico entre diferentes populações, ou seja, permite o cruzamento entre os indivíduos de uma espécie de planta ou animal. Em outras palavras, essas florestas podem facilitar, de acordo com Brito (2006), a troca de genes entre as espécies de animais e vegetais e evitar o risco de extinção de espécies devido ao isolamento dos fragmentos.

O recobrimento florestal é um dos fatores que influencia a relação entre a precipitação e o escoamento, que é variável de região para região (Figura 20). O escoamento superficial indica a quantidade total das águas das precipitações que alcançam o canal do rio.

Figura 20 – Mata ciliar recobrindo as margens do Rio Paranapanema, entre os estados do Paraná e de São Paulo.



Fonte – Angelo, 2007.

A retirada da vegetação nesse local aumenta o escoamento superficial. Isso pode ocasionar erosão, o que implica o assoreamento dos rios. Este, por sua vez, aumenta consideravelmente o efeito causado por enchentes (Figura 21) que venham a ocorrer na região.

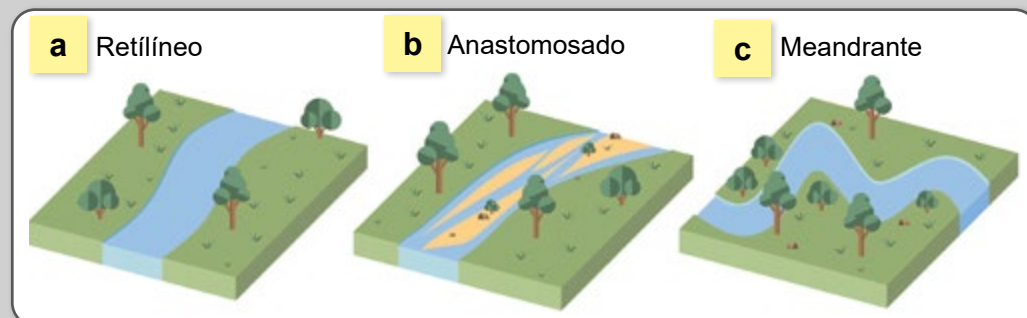
Figura 21 – Cheia do Rio Iguaçu provoca enchente na região de São Mateus do Sul-PR.



Fonte – Angelo, 2014.

Para Suguio e Bigarella (1979), as condições topográficas e geológicas da bacia de drenagem influenciam grandemente o modelo do rio. Dentre os fatores de influência, podem ser ressaltados a altitude e a orientação da bacia hidrográfica, o relevo, sua forma e a declividade da bacia de drenagem, assim como a estrutura geológica e os tipos de rocha. Relevos mais suaves favorecem a infiltração por diminuírem a intensidade do escoamento.

Os rios apresentam diferentes padrões de leito. De acordo com Bigarella (2003), os rios podem assumir várias formas, como resultado do ajustamento do canal aos condicionantes locais. Um canal é geralmente descrito como retilíneo, anastomosado ou meandrante (Figura 22).

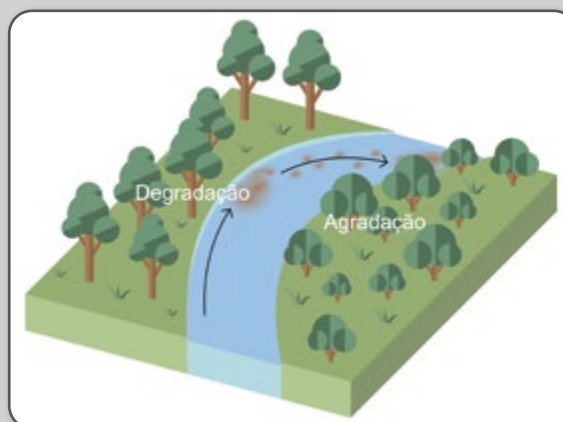
Figura 22 – Padrões de leito de rio.

Fonte – Spolador, 2019, (adaptado de Suguio e Bigarella, 1979; Bigarella, 2003; Angelo, 2007).

De acordo com Suguio e Bigarella (1979), em rios meandrantess, onde os canais são assimétricos, o eixo de máxima velocidade situa-se mais próximo ao banco côncavo, o mesmo ocorrendo com a zona de máxima turbulência. A velocidade e a turbulência decrescem em direção ao banco convexo de menor profundidade.

Durante a estação das cheias, o rio sobe e aumentam sua velocidade e sua capacidade de transportar partículas. Essa maior velocidade do rio tende a retificar o canal, simulando uma situação de rios retilíneos. Nessas condições, o banco convexo é escavado, formando-se corredeiras sobre a barra de areia aí presente, podendo removê-la.

Dessa forma, as superfícies de agradação podem ser configuradas como as partes convexas das curvas do rio resultantes de processos de deposição. As superfícies de degradação (Figura 23) constituem uma superfície em contraposição à agradação, portanto, são a parte côncava da curva do rio onde atuam os processos erosivos. Essa situação importante ocorrerá em rios com regime morfoescultural, conforme comentado anteriormente.

Figura 23 – Meandro com áreas de agradação e degradação.

Fonte – Spolador, 2019 (adaptado de Suguio e Bigarella, 1979, Bigarella, 2003; Angelo, 2007).

Os fenômenos citados são responsáveis por moldar a paisagem de determinado local. Essa ação do leito do rio irá influenciar decisivamente as características de suas margens atuando, por exemplo, sobre a textura dos sedimentos que tendem a se acumular em um local.

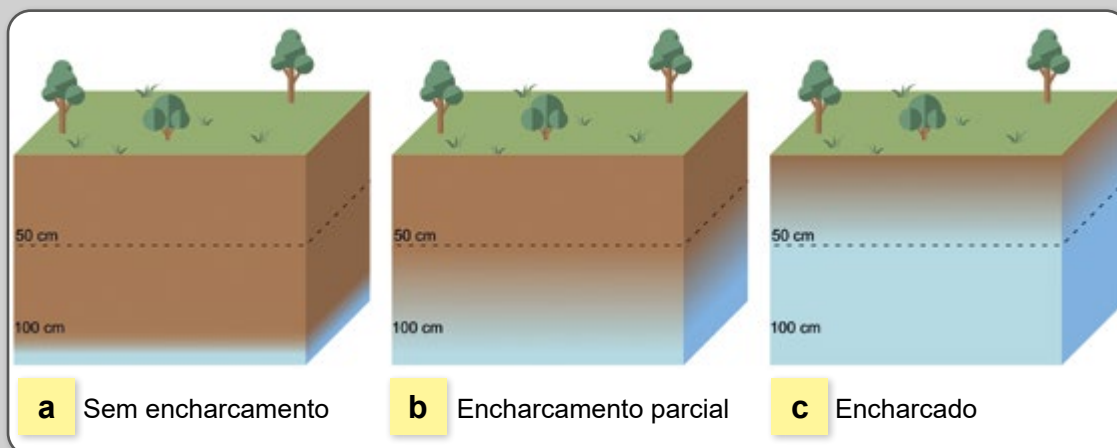
Na prática, isso significa que as condições encontradas nas margens do mesmo rio poderão ser bastante diferentes uma da outra. Isso ocorre em função das forças atuantes em cada uma delas, incidindo de maneira distinta sobre cada qual. Como visto, isso pode estar associado à deposição de sedimentos sobre uma e a simultânea retirada de sedimentos de outra. Essa variação na característica desses solos influencia a aptidão das espécies de plantas nativas que irão ocupar esse local.

3.2.3 Padrões de hidromorfia em solos

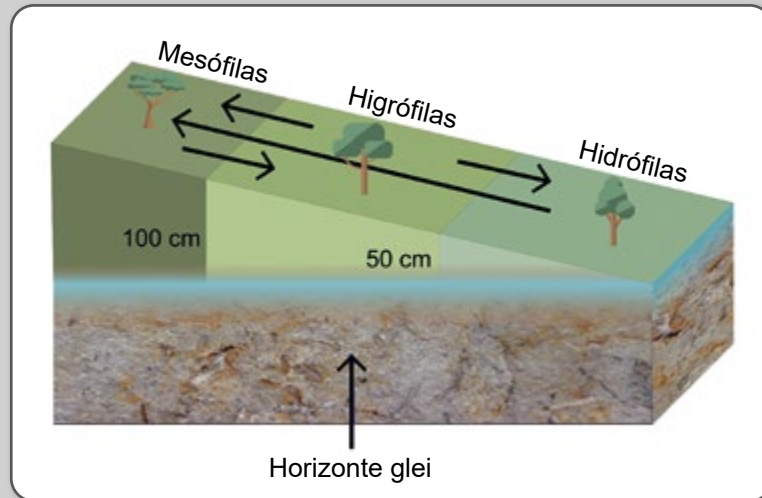
As condições de alagamento, tal como sua frequência e duração, irão influenciar decisivamente a distribuição espacial das espécies ao longo de um gradiente de solo nas proximidades de um rio. Nesse sentido, a ocorrência e a aptidão das espécies estarão relacionadas às características topográficas, pedológicas e hidrológicas do local. Esses padrões de hidromorfia em solos estão relacionados a tipos de vegetação com aptidão para cada local. A fundamentação a seguir está presente em Curcio (2006, 2007 e 2019) e em Suguio e Bigarella (1979).

A combinação de algumas características dos solos, como profundidade, textura e grau de saturação por água, acaba definindo uma série de atributos desse solo. De acordo com Curcio (2006), sem dúvida o regime hídrico dos solos é um fator seletivo para a ocorrência das espécies de plantas em um local. Diante dessa perspectiva, os solos podem ser divididos em diferentes categorias (Figuras 24, 25 e 26), conforme segue:

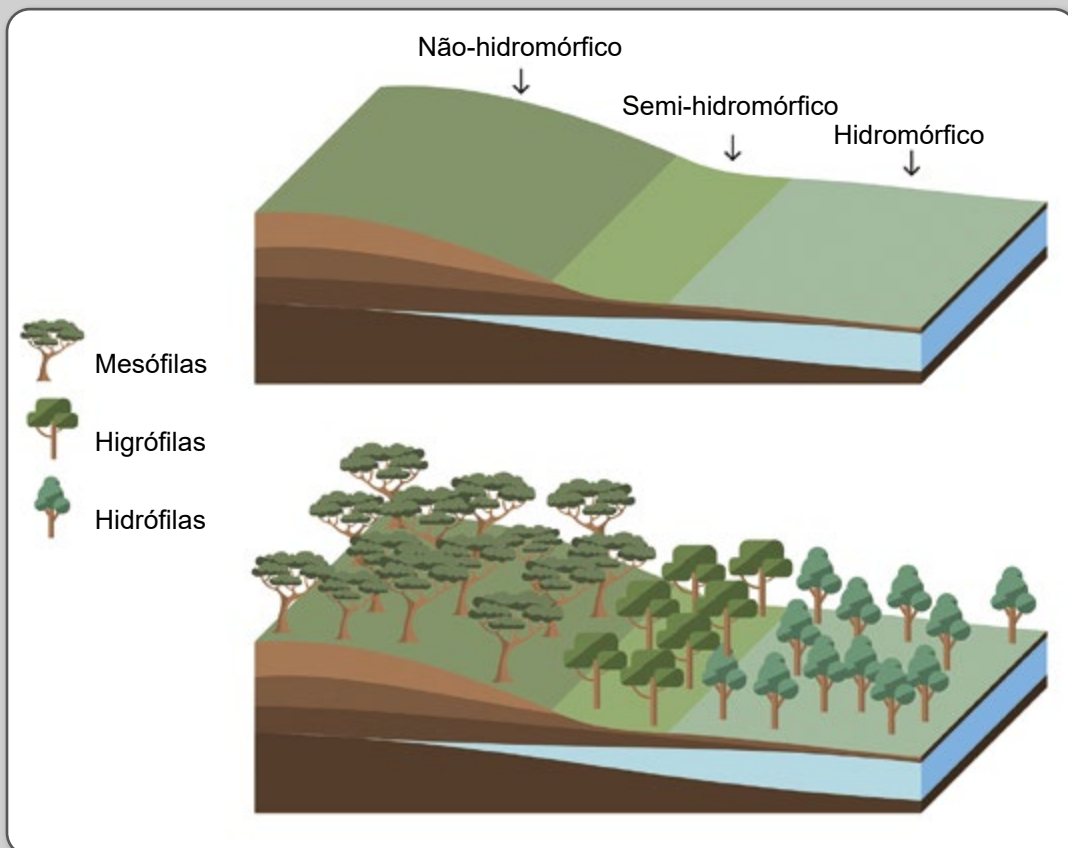
Figura 24 – Solos com diferentes graus de saturação de água. A: Solo não hidromórfico. B: Solo semi-hidromórfico. C: Solo hidromórfico.



Fonte – Spolador, 2019 (adaptado de Angelo, 2007).

Figura 25 – Perfil esquemático com padrões hidromórficos.

Fonte – Spolador, 2019 (adaptado de Curcio, 2014).

Figura 26 – Perfil esquemático com distribuição das plantas.

Fonte – Spolador, 2019 (adaptado de Curcio, 2014).

- a) **Solos hidromórficos:** sua gênese está relacionada à saturação hídrica plena, ou seja, encharcamentos, podendo estes serem permanentes ou ocorrerem durante períodos determinados do ano. Tais solos apresentam processos de redução química, como a gleização e a presença de mosqueados dentro de 50 cm de profundidade. São exemplos de solos hidromórficos: glei pouco húmico, glei húmico e hidromórfico cinzento.

? VOCÊ SABIA?

Gleização = processo de formação do solo comum em ambientes com saturação de água (várzea). Propicia a formação de horizontes glei, típico de gleissolos.

Mosqueados = manchas de coloração diferente. Por exemplo, mosqueados (pontos) de coloração ferruginosa estão presentes em solos com oxirredução de ferro.

- Nesses solos, o lençol freático ocorre entre 0 e 50 cm de profundidade em relação à superfície do solo, ou seja, está mais próximo à superfície. Em razão da saturação de água, esses solos são livres de oxigênio dissolvido. O horizonte superficial apresenta cores desde cinzentas até pretas, espessura normalmente entre 10 e 50 cm e teores médios a altos de carbono orgânico. Apresentam baixa fertilidade natural, podendo apresentar problemas com acidez devido ao pH muito baixo e teores elevados de alumínio, sódio ou enxofre, dependendo do caso. Os ambientes hidromórficos são aptos para plantas hidrófilas, admitindo a presença, porém com restrições, para as plantas higrófilas. De acordo com Roderjan *et al.* (2002) *Tabebuia cassinoides* (caixeta), *Calophyllum brasiliense* (guanandi), *Clusia crivata* (clusia) são exemplos de espécies que ocorrem em solos hidromórficos no litoral do estado.
- b) **Solos semi-hidromórficos:** solos cuja formação está relacionada à presença do caráter gleico, podendo ser identificado o regime hídrico de saturação plena do solo, porém em curtos períodos do ano. Nesses solos, o lençol freático se encontra a uma profundidade intermediária, entre 50 e 100 cm de profundidade. Os ambientes semi-hidromórficos são aptos para as plantas higrófilas, admitindo a presença, porém com restrições, para as plantas mesófilas.
- c) **Solos não hidromórficos:** solos em que não ocorre a saturação hídrica, ou seja, não permanecem encharcados. Nesses solos, o lençol freático localiza-se a uma profundidade igual ou superior a 100 cm, ou seja, encontra-se mais distante em relação à superfície. Os ambientes não hidromórficos são aptos para plantas mesófilas e higrófilas, admitindo a presença, com restrições, para as plantas hidrófilas.

3.2.4 Tipos de vegetação e padrões de hidromorfia do solo

- a) **Vegetação hidrófila** (Figura 27): constituída por espécies de plantas que apresentam desenvolvimento normal sobre solos hidromórficos, ocorrendo nas seguintes classes: imperfeitamente drenados, mal drenados ou muito mal drenados. As espécies hidrófilas podem apresentar desenvolvimento aparentemente normal em solos semi-hidromórficos e não hidromórficos.

Figura 27 – Taboa (*Typha* sp.), exemplo de espécie hidrófila.



Fonte – Angelo, 2008.

- b) **Vegetação higrófila**: formada por espécies que apresentam desenvolvimento normal sobre solos semi-hidromórficos (moderadamente drenados), nos quais a altura do lençol freático atinge com frequência a profundidade de 50 a 100 cm. Tais espécies suportam maior tempo de saturação hídrica plena, além de maiores frequências, do que as espécies mesófilas. As espécies higrófilas podem ter bom desenvolvimento em solos não hidromórficos e péssimo desenvolvimento ou mesmo a morte em solos hidromórficos.
- c) **Vegetação mesófila** (Figura 28): composta por plantas que se desenvolvem sobre solos não hidromórficos (classes bem a excessivamente drenados), podendo eventualmente conter fluxos hídricos subsuperficiais, contudo abaixo da profundidade de 100 cm. Esse tipo de vegetação suporta períodos curtos de saturação hídrica plena, desde que em pequena duração e baixa recorrência.

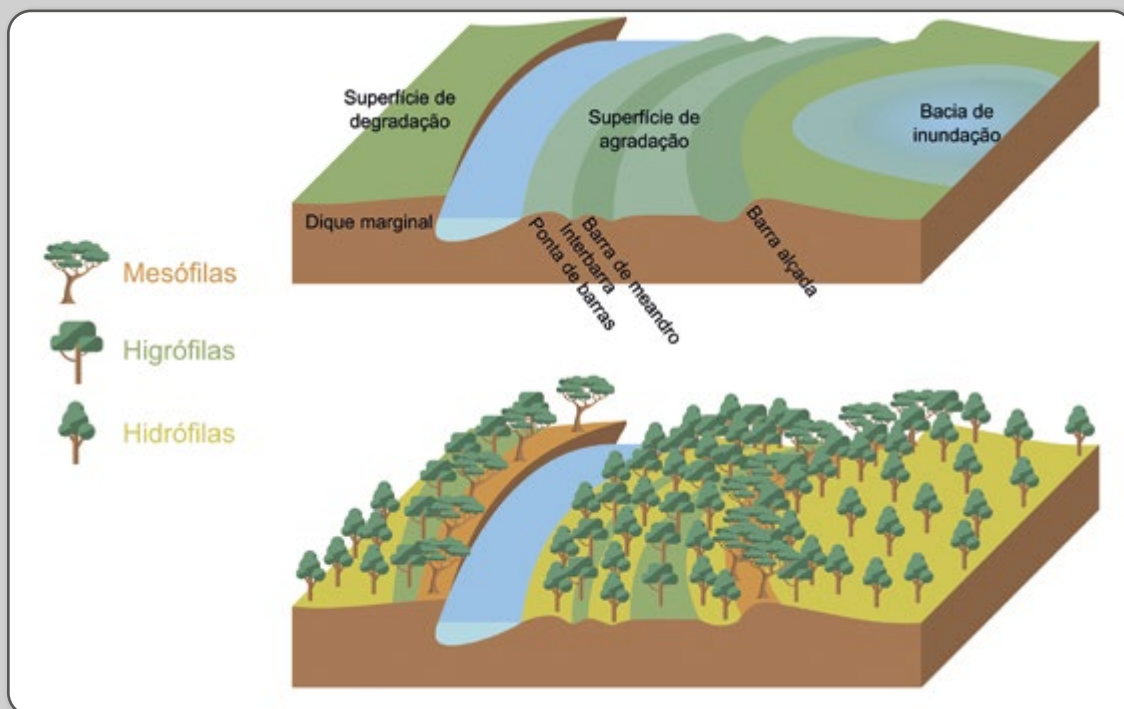
Figura 28 – *Araucaria angustifolia*, exemplo de espécie mesófila.



Fonte – Angelo, 2010.

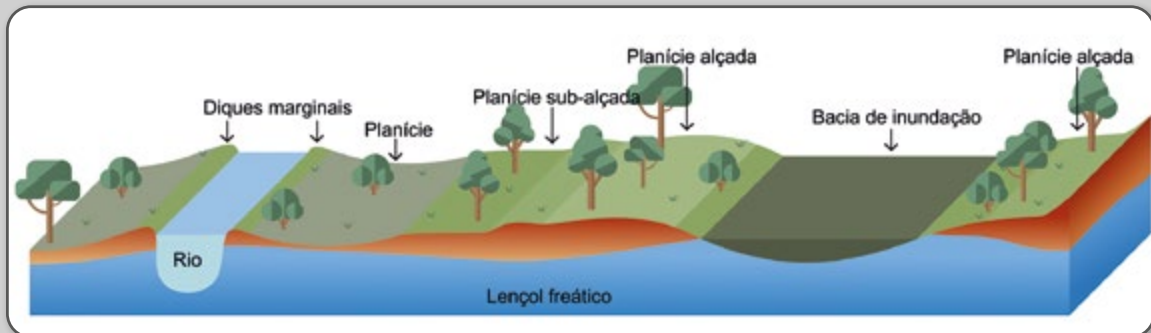
As figuras 29 a 32 buscam expressar como as espécies se distribuem em uma superfície na qual ocorre variação de solos, de profundidade de lençol freático e, conseqüentemente, de aptidão de distribuição natural das espécies nativas.

Figura 29 – Perfil esquemático com distribuição das espécies por hidromorfia.



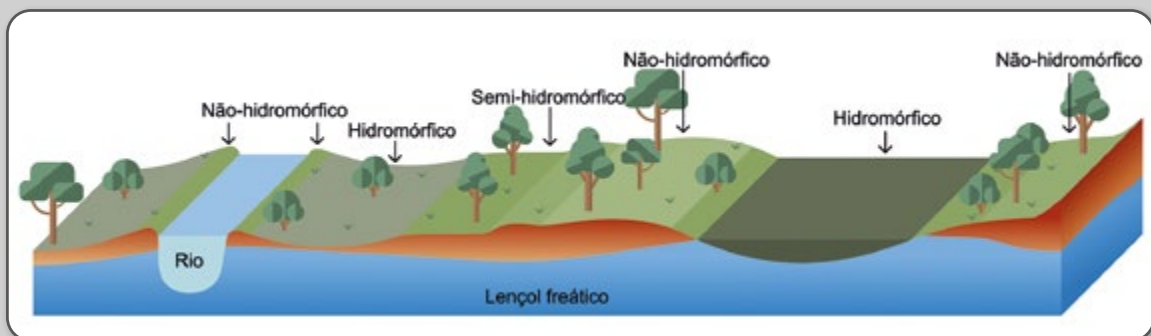
Fonte – Spolador, 2019 (adaptado de Curcio, 2014).

Figura 30 – Perfil esquemático: feições geomórficas.



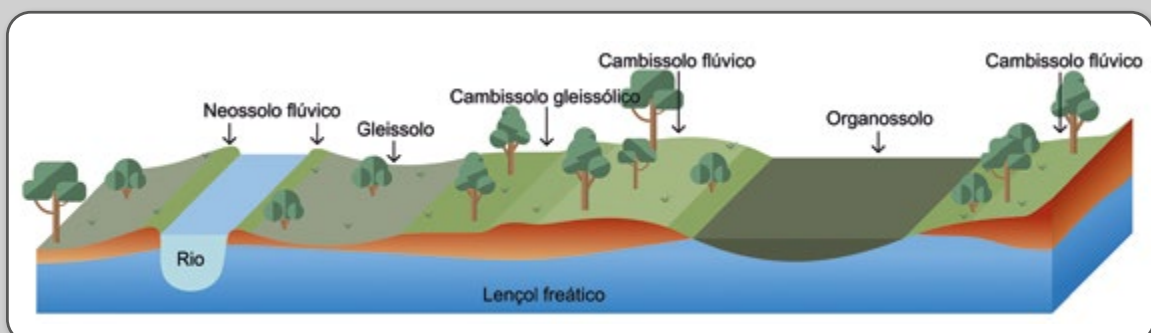
Fonte – Spolador, 2019 (adaptado de Curcio, 2014).

Figura 31 – Distribuição das espécies por hidromorfia.



Fonte – Spolador, 2019 (adaptado de Curcio, 2014).

Figura 32 – Perfil esquemático: classes de solo.



Fonte – Spolador, 2019 (adaptado de Curcio, 2014).

O Quadro 2 mostra indicações de espécies levando em consideração o grau de saturação hídrica do solo em conjunto com os grupos ecológicos por luminosidade do ambiente. Cada região terá grupos específicos de plantas adaptadas a esses diferentes ambientes.

Quadro 2 – Exemplo de recomendação proposta relacionando o grau de saturação hídrica do solo aos grupos ecológicos.

Grupos	Hidrófilas	Higrófilas	Mesófilas
Pioneiras	Branquinho Canudo-de-pito Corticeira	Açoita-cavalo Araçazeiro Aroeira Leiteiro	Bracatinga Dedaleiro Fumo-bravo Guaçatunga
Climácicas	Murta	Cambará Canela-lageana Guabirobeira Pessegueiro-bravo Tarumã	Erva-mate Ipê-amarelo Miguel-pintado Pinheiro-do-paraná

Fonte – Adaptado de Curcio *et al.*, 2007.

3.3 ASPECTOS ENVOLVENDO O CLIMA

O tipo climático regional influencia e é responsável, junto às rochas, aos solos e a outros fatores, pelo recobrimento vegetal de determinada região. A vegetação, por sua vez, afeta a região por recobrir o solo, influenciando a infiltração e o escoamento da água.

O clima de um lugar refere-se ao conjunto de fenômenos meteorológicos que ocorrem no local, como a temperatura, as chuvas, os ventos, a ocorrência de geadas e de neve e a pressão atmosférica. Cada região apresentará certos padrões devido à sua localização em termos de altitude, latitude, proximidade ou não do oceano e movimentação das massas de ar.

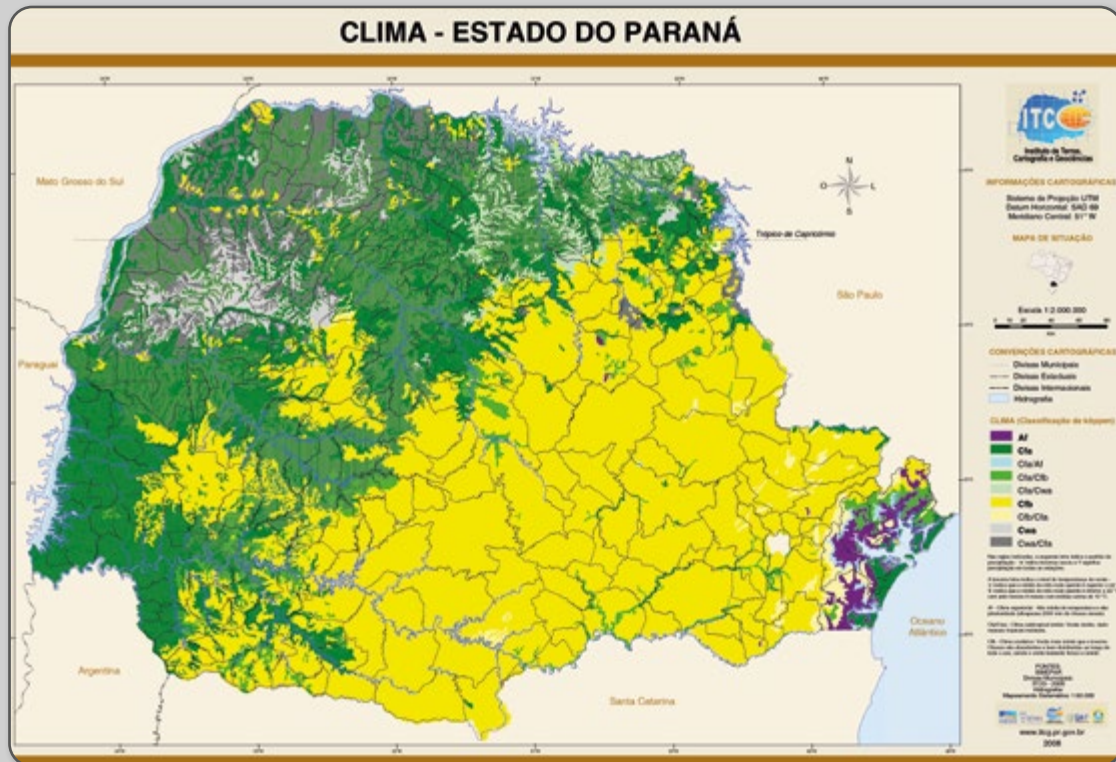
Existem diferentes nomes para o clima de um local. Na Região Sul do Brasil, onde se encontra o estado do Paraná, predomina o clima ‘temperado’, com presença de clima ‘tropical’ principalmente na porção norte do estado do Paraná.

Não apenas a temperatura média, mas os extremos de temperatura são decisivos para a ocorrência das plantas em um local. A quantidade e a distribuição de chuvas são igualmente decisivas. No Paraná, de maneira geral, as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, com algumas regiões apresentando problemas mais sérios de estiagem, como a região noroeste do estado. Um dos fatores mais importantes para a distribuição das plantas no estado é a ocorrência de geadas.

3.3.1 Tipos climáticos: Köppen-Geriger para o estado do Paraná

Considerando a classificação climática de Köppen-Geriger, o estado do Paraná apresenta predomínio dos tipos climáticos Cfb, Cfa, Cwa e Af (Figura 33), além de zonas de transição entre esses tipos.

Figura 33 – Mapa de tipos climáticos do estado do Paraná.



Fonte – ITCG, 2008.

- **Cfa:** clima subtropical, com verão quente. A temperatura média no mês mais quente é superior a 22 °C, e a temperatura média no mês mais frio é inferior a 18 °C. Predomina no planalto norte e centro-leste do Paraná, na Bacia do Rio Paraná, ao norte do estado do Paraná. Esse tipo climático ocorre em cidades como Londrina, Maringá, Jacarezinho, Cornélio Procópio, Paranavaí, Foz do Iguaçu e Guaíra.
- **Cfb:** clima temperado, com verão ameno. As chuvas são uniformemente distribuídas, sem estação seca. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22 °C, e a temperatura média no mês mais frio é inferior 18°C. As geadas são severas e frequentes, em um período médio de ocorrência de 10 a 25 dias anualmente. Predomina no planalto do Paraná, concentrando-se na região centro-sul do estado, sendo mais acentuado nas porções mais altas. As cidades mais frias do estado estão na abrangência desse clima, como a capital do estado, Curitiba, bem como Guarapuava, Irati, Palmas e Lapa.
- **Cwa:** clima subtropical, com verões quentes e invernos secos (w). A temperatura no mês mais quente é superior a 22 °C. O verão é quente e chuvoso, e o mês mais frio apresenta temperatura mínima inferior a 20 °C.

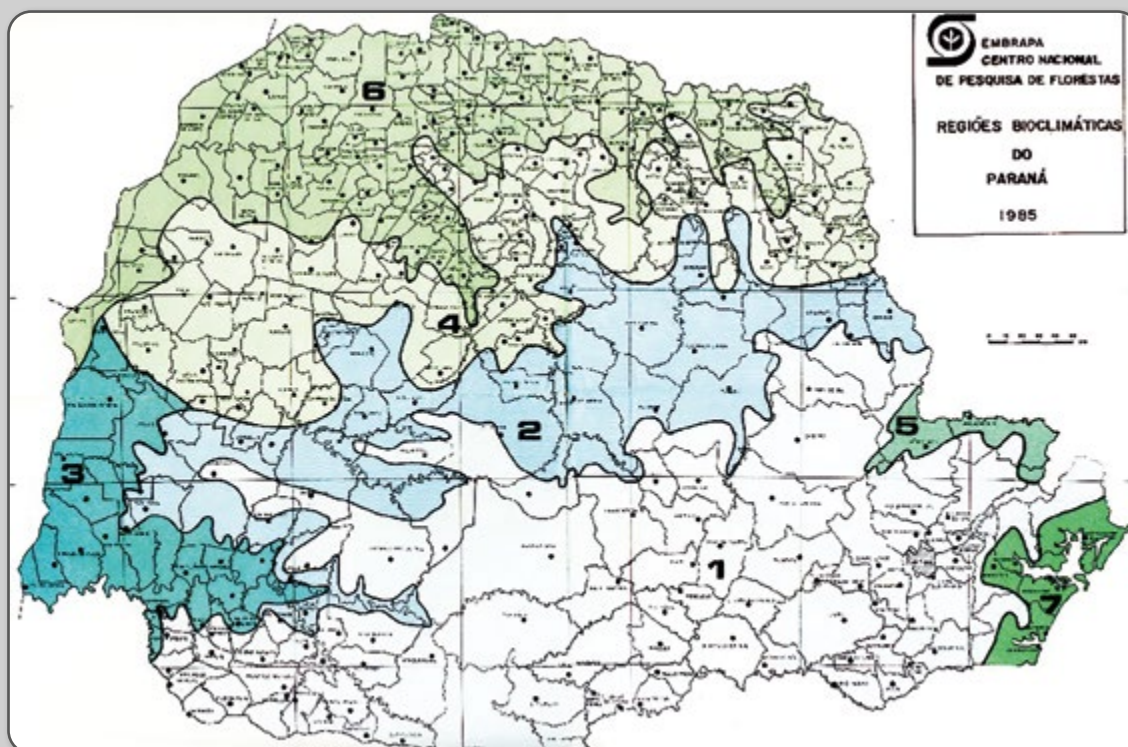
De acordo com o mapa da Figura 33, ocorre em partes da região noroeste e norte do estado, nas proximidades de municípios como Campo Mourão, Umuarama e Cianorte.

- **Af:** clima tropical úmido ou superúmido. Sem estação seca definida, a temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C. O total de chuvas no mês mais seco é superior a 60 mm. Ocorrem precipitações em todos os meses do ano. Predomina no litoral do Paraná, nas cidades de Paranaguá, Morretes, Antonina, Matinhos, Pontal do Paraná, Guaraqueçaba e Guaratuba.

3.3.2 Regiões bioclimáticas

As regiões bioclimáticas (Figura 34) são subdivisões do território nas quais se distinguem diferentes porções que apresentam determinadas características. Diversos itens são considerados nessa classificação, como o tipo de clima, a altitude, o tipo de vegetação, a temperatura média anual, a temperatura mínima absoluta, a precipitação média anual, a distribuição das chuvas, o balanço hídrico do solo e a ocorrência de geadas.

Figura 34 – Regiões bioclimáticas do Estado do Paraná.



Fonte – Carpanezi *et al.*, 1986.

O estado do Paraná localiza-se na transição entre climas tropicais e subtropicais. Boa parte do estado localiza-se abaixo do Trópico de Capricórnio (linha imaginária em 23,43° de latitude sul) e apresenta altitudes acima de 300 m. Isso implica na ocorrência, em algumas regiões, de restrições típicas, como as geadas e de temperaturas mínimas absolutas não suportadas por muitos tipos de cultivos. Por outro lado, algumas regiões apresentam déficits hídricos em alguns anos, como o extremo noroeste do Paraná.

Essas informações propiciam a elaboração de mapas de zoneamento. Além de seu uso estar voltado a espécies econômicas, essas informações podem ser aplicadas como mais uma referência para se conhecer melhor as características climáticas de uma região do estado (Quadro 3).

Quadro 3 – Regiões bioclimáticas do Paraná.

RB*	Local	Altitude predominante	Vegetação predominante	Média anual °C	Mínima °C	Precipitação mm	Déficit hídrico
1	Centro-Sul	650-1100	FOM/estepe	15,0-19,0	-10	1 250-2 500	Nulo
2	Transição 1-3 e 1-4	550-900	FOM/estepe	17,6-21,0	-6	1 200-2 000	Nulo
3	Oeste/ Guarapuava	200-500	FOM baixa	19,5-21,5	-5	1 400-1 900	Nulo
4	Planalto norte	400-800	FES	19,5-21,5	-5	1 100-1 700	Até 8 mm
5	Vale do Ribeira	150-650	FOD	19,0-21,0	-2,4	1 200-1 800	Nulo
6	Extremo norte	250-600	FES	20,5-22,5	-4	1 100-1 600	Até 20 mm
7	Litoral	0-500	FOD	18,0-22,0	-0,9	1 600-2 000	Nulo

*RB – Regiões bioclimáticas.

Fonte – Carpanezzi *et al.*, 1986.

4 FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS

A tentativa de restaurar áreas demanda um conjunto expressivo de conhecimentos, dentre eles vários conceitos ecológicos ou biológicos importantes.

Muitas vezes se faz uma distinção entre as definições de ‘restauração ecológica’ e ‘ecologia da restauração’. Nesse sentido, costuma-se definir a primeira como o processo de auxiliar a recuperação de um ecossistema que tenha sido degradado, danificado ou destruído. Por sua vez, a segunda seria reconhecida como a disciplina que investiga cientificamente a restauração de ecossistemas, gerando conceitos claros, modelos, metodologias, ferramentas, generalizações e predições, que podem proporcionar avanços na prática da restauração ecológica.

Os ambientes naturais são constituídos por muitas espécies de plantas e de animais, além das condições físicas, como o clima e o solo. Como visto no capítulo 3, as espécies de plantas têm condições de ocupar ou não os diferentes locais, dependendo das condições desses ambientes. Por exemplo, algumas toleram ambientes encharcados, enquanto outras não suportam essa condição.

As diferentes espécies influenciam umas às outras, ou seja, existe uma série de interações entre elas (Figura 35). Outro aspecto importante é que os ambientes naturais são dinâmicos, isto é, eles mudam com o tempo, seguindo os processos de sucessão natural.

Figura 35 – Cutia (*Dasyprocta aguti*) alimentando-se de fruto.



Fonte – Angelo, 2008.

Em restauração, é bastante importante o que chamamos de ‘fitogeografia’. Ela trata da distribuição dos diferentes tipos de formação vegetal na paisagem. A vegetação muda de região para região conforme a variação de fatores como temperatura, quantidade e distribuição de chuvas, altitude, latitude, relevo, ocorrência de alagamento, entre outros (Figura 36).

Figura 36 – Mata ciliar em região da floresta estacional semidecidual.



Fonte – Angelo, 2007.

O estado do Paraná apresenta diferentes tipos de vegetação e cada qual apresenta um grupo de espécies e um conjunto de associações típicas entre elas. Para reconstituir essa vegetação, deveremos respeitar sua composição escolhendo espécies nativas do local.

Outro aspecto a ser considerado é que em alguns locais não há necessidade de reintrodução de espécies arbóreas, pois são regiões onde não havia naturalmente a presença de plantas com essa característica.

Situações como essa ocorrem, por exemplo, em áreas encharcadas (Figura 37) e em áreas nas quais ocorrem campos nativos (Figura 38). Com frequência pode ser cometido o equívoco de se introduzir árvores em um local onde naturalmente não ocorreriam.

Figura 37 – Área encharcada.



Fonte – Angelo, 2007.

Figura 38 – Campos nativos.



Fonte – Angelo, 2007.

As espécies nativas (Figura 39) são naturais de uma região, ou seja, crescem dentro de seus limites naturais. Diante disso, são elas que devem ser usadas em esforços de restauração, uma vez que o objetivo é recobrir a área com uma formação mais próxima possível daquela que antes existia no lugar.

Figura 39 – Pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*), espécie nativa da Floresta Ombrófila Mista.



Fonte – Angelo, 2014.

Ao contrário das espécies nativas, uma espécie exótica (Figura 40) de planta ou animal, é aquela que se origina em outra região e é introduzida pelo ser humano em outro local, seja de forma intencional, seja de maneira acidental.

Figura 40 – *Pinus* sp., exemplo de espécie arbórea exótica para o estado do Paraná.



Fonte – Angelo, 2016.

Algumas espécies têm maior potencial para colonizar novas áreas; são as denominadas espécies exóticas invasoras. Trata-se aqui de espécies que, mesmo sem a interferência humana, têm a capacidade de colonizar espontaneamente novas áreas. Elas apresentam risco para os *habitats* naturais e podem produzir impactos ambientais e mesmo econômicos nas áreas que ocupam.

Esse conceito está relacionado ao de invasão biológica, que se refere à introdução e adaptação de espécies originárias de outros ecossistemas, seguidas de aumento descontrolado do número de seus indivíduos, o que pode vir a causar danos às espécies nativas e ao ecossistema.

O controle ou eliminação de espécies exóticas em projetos de restauração é frequentemente necessário. Apesar disso, existem restrições financeiras e logísticas em qualquer projeto. Assim sendo, sempre será necessário dimensionar os esforços e estabelecer as prioridades em uma área, incluindo as ações necessárias de controle das espécies exóticas.

4.1 FUNDAMENTOS ECOLÓGICOS PARA O PLANEJAMENTO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Os ambientes naturais normalmente são constituídos por grande número de espécies, tanto de plantas como de animais, que exercem influência decisiva uns sobre os outros. Algumas plantas servem de alimento para muitos animais, que por sua vez serão fonte de alimento para outros animais.

Um dos grandes desafios na restauração de ambientes é conseguir contemplar a diversidade de espécies, na medida em que as formações naturais contam com um elenco grande de diferentes organismos.

Outro desafio que se apresenta é a necessidade de contemplar plantas com hábitos diferentes, ou seja, considerar árvores, arbustos, herbáceas, lianas e epífitas (Figura 41), conforme cada caso. Além dessa variedade de espécies de plantas, ocorre ainda uma expressiva diversidade de animais (Figura 42), envolvendo mamíferos, aves, répteis, anfíbios, peixes, artrópodes (como insetos), entre outros.

Figura 41 – Bromélia, exemplo de espécie epífita, típica em formação florestal como a Floresta Ombrófila Densa.



Fonte – Angelo, 2019.

Figura 42 – Exemplo de espécies herbáceas.



Fonte – Angelo, 2019.

Essa diversidade é originária de longos processos evolutivos e adaptativos, assim como do isolamento reprodutivo e da mudança de condições climáticas. A diversidade nas florestas tropicais brasileiras é impressionante e envolve milhares de espécies, compreendidas em grupos distintos.

Toda essa diversidade implica que a restauração deverá levar em consideração estratégias adequadas, que propiciem o resgate desse amplo elenco de espécies vegetais e animais. Para que esse propósito seja alcançado, será requerida a aplicação de diferentes técnicas de restauração, buscando contemplar esses diferentes grupos. Na prática, isso

significa que deveremos não apenas pensar no número de espécies de árvores que serão implantadas, mas agregar outras práticas que ampliarão as possibilidades de chegada de novas espécies na área. Tais técnicas serão discutidas nos capítulos 7 e 8.

4.2 DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE OCORRÊNCIA NATURAL DAS ESPÉCIES

As plantas ocorrem nos ecossistemas em diferentes proporções, dependendo de suas características e das condições do local. Algumas espécies se reproduzem precocemente, são dispersadas amplamente por animais ou pelo vento e são tolerantes a algumas condições do ambiente que as favorecem. Outras espécies, pelo contrário, podem ser mais exigentes, serem menos prolíficas e mais exigentes em termos de condições de sítio.

Assim sendo, algumas são consideradas ‘plantas comuns’, ou seja, ocorrem em grande número em determinada área na floresta, como o palmito (*Euterpe edulis*) (Figura 43). Outras espécies sempre estão presentes, no entanto em pequeno número como plantas adultas, sendo chamadas por alguns autores como ‘plantas raras’, como o cedro (*Cedrela fissilis*).

Figura 43 – Palmito juçara e embaúba, espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Densa, ocorrência comum no litoral do estado.



Fonte – Angelo, 2019.

Essas informações sugerem que, quando formos trabalhar na recuperação de uma área, devemos levar em consideração o número de espécies que pode ocorrer no local, procurando trabalhar com mais espécies, se possível.

Por outro lado, o conceito de espécies comuns e de espécies raras faz com que tenhamos o cuidado de não plantar demasiadamente determinadas espécies que ocorreriam naturalmente em pequeno número na natureza.

De fato, a alta diversidade de espécies arbóreas nas florestas tropicais está associada a um número considerável de espécies denominadas 'raras', ou seja, que ocorrem com baixa densidade de indivíduos na floresta. De acordo com Kageyama *et al.* (2003), em um ecossistema florestal natural podem existir espécies muito raras, com uma densidade de até uma árvore adulta a cada 100 hectares. Por outro lado, existem espécies muito comuns, que podem atingir mais de 100 indivíduos por hectare.

Quando se trata de modelos silviculturais, deve-se atentar para os conceitos de ocorrência rara ou comum das espécies. Ferretti (2002) cita como exemplo o cedro (*Cedrela fissilis*), mencionando que essa espécie, quando plantada em altas densidades, sofre o ataque de *Hypsipyla grandella*, uma espécie de mariposa.

Dentre os extremos citados, existem plantas com densidades intermediárias nas florestas. Sempre que possível, esse modelo natural deve ser observado para a definição das espécies e das proporções destas que serão utilizadas nos plantios de restauração.

4.3 INTERAÇÕES ENTRE ORGANISMOS

As relações ecológicas são responsáveis pelo funcionamento e pela automanutenção dos ambientes naturais. Muitas espécies de plantas e animais ocorrem naturalmente em nossos ambientes e apresentam tipos diferentes de interação: entre plantas, entre plantas e animais ou entre animais.

As relações ecológicas podem acontecer entre indivíduos de mesma espécie (intraespecíficas) ou entre indivíduos de espécies distintas (interespecíficas). Essas relações se estabelecem na busca por alimento, água, espaço, abrigo, luz ou parcerias para reprodução. (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2006).

VOCÊ SABIA?

As interações podem ser:

- harmônicas = quando ambas espécies se favorecem.
- desarmônicas = quando há benefício para uma espécie e prejuízo para outra.

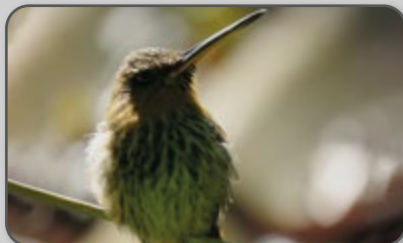
Exemplos:

- canibalismo, competição, parasitismo e predatismo são interações desarmônicas.
- mutualismo e comensalismo são interações harmônicas.

Muitas plantas podem fornecer alimento e abrigo para a fauna e, por outro lado, a fauna pode ser responsável por processos importantes nas florestas, entre eles a polinização e a dispersão.

A polinização (Figura 44) é importante nas florestas porque muitas espécies de plantas realizam o que se chama de 'polinização cruzada', por meio da qual o pólen de uma planta chega até outra, promovendo o cruzamento que poderá dar origem a frutos e sementes.

Figura 44 – Beija-flor, exemplo de ave polinizadora.



Fonte – Angelo, 2019.

Nas florestas tropicais úmidas, cerca de 90% das árvores com flores são dependentes da polinização feita por animais. Nessas espécies de plantas, a polinização por vertebrados pode corresponder a até aproximadamente 15% do total, sendo os insetos os principais agentes desse processo (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Alguns animais (Figura 45) são responsáveis pela chamada 'dispersão' dos frutos ou sementes de algumas plantas. Esse processo ocorre quando, por exemplo, um animal coleta um fruto para se alimentar e o deixa cair em outro local. Outra maneira é quando um animal ingere um fruto de uma planta e depois o deposita junto a seus excrementos em outro local.

Figura 45 – Jacu, exemplo de ave dispersora de sementes.



Fonte – Angelo, 2010.

? VOCÊ SABIA?

Dispersão = processo de transporte e distribuição de propágulos (sementes). Pode acontecer por ação do vento (anemocoria), da água (hidrocoria), da gravidade (barocoria) ou pela interação com animais (zoocoria).

Esse tipo de interação entre as plantas e alguns animais é tão importante que muitas vezes as sementes que passam pelo trato digestivo de alguns animais têm maior capacidade de germinação do que aquelas que não passaram por esse processo. Podemos relacionar muitos animais como dispersores, entre eles várias espécies de pássaros e mamíferos, como a cotia e alguns morcegos frugívoros.

? VOCÊ SABIA?

A dispersão por animais pode acontecer de duas maneiras:

- epizoocórica = quando as sementes são transportadas fora do corpo.
- endozoocórica = quando os animais se alimentam do fruto e suas sementes são regurgitadas ou defecadas.

A dispersão pode ser classificada de acordo com o grupo de agentes dispersores em:

- ictiocoria = realizada por peixes;
- saurocoria = realizada por répteis;
- mirmecoria = realizada por formigas;
- ornitocoria = realizada por aves;
- quiropterocoria = realizada por morcegos;
- mastocoria = realizada por mamíferos em geral.

Medidas que atraem esses animais são importantes para trabalhos de recuperação, como a escolha de espécies que tenham potencial de atração de polinizadores e dispersores. Dessa forma, existem denominações como ‘plantas bagueiras’ (Figura 46) que se referem a espécies vegetais com grande capacidade de atrair animais. Existem diversas espécies que apresentam este potencial, como o palmiteiro, o pinheiro-do-paraná e a capororoca.

Figura 46 – Embaúba, espécie bagueira.



Fonte – Angelo, 2017.

Muito importantes para os ambientes são também os vários grupos que constituem os chamados 'microrganismos', entre eles fungos, bactérias e líquens, por conta das simbioses, ou seja, associações benéficas entre organismos. Outra função importante dos microrganismos é a decomposição de matéria orgânica, proporcionando liberação de nutrientes para as plantas.

As micorrizas, por exemplo, são associações mutualísticas entre raízes e fungos do solo que promovem melhor absorção de água e nutrientes pela planta, enquanto o fungo obtém compostos carbonados provenientes da fotossíntese (ROSSI, 2006). As micorrizas ajudam no estabelecimento e no crescimento de plantas por meio de mecanismos como a expansão do sistema radicular, fazendo com que as raízes das plantas se tornem mais eficientes. Esse fator é decisivo para o cultivo de algumas espécies de plantas.

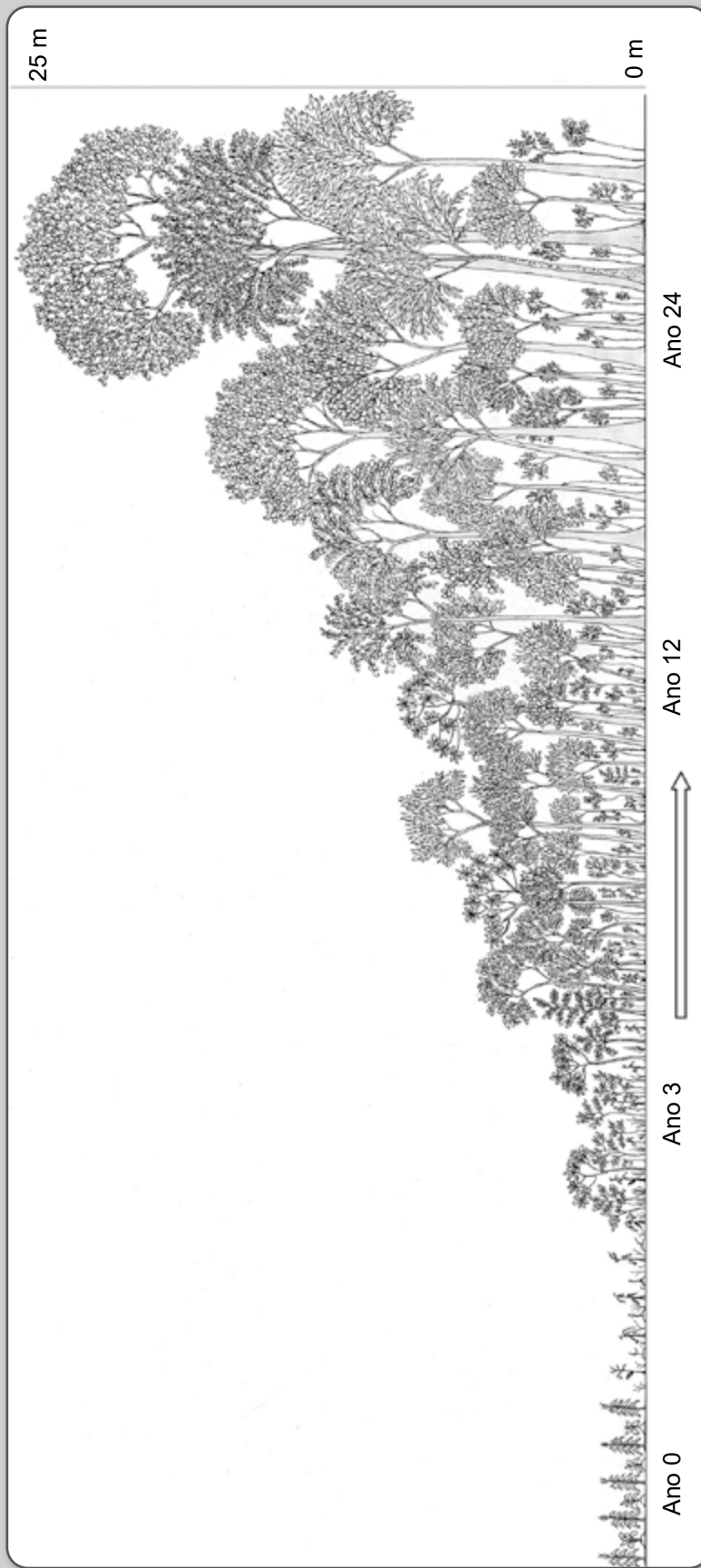
4.4 SUCESSÃO DA VEGETAÇÃO E DINÂMICA DE CLAREIRAS

Um dos principais fundamentos para a compreensão de como um ecossistema funciona e, portanto, de como poderemos trabalhar em sua restauração, é a chamada sucessão natural ou sucessão da vegetação.

A sucessão da vegetação trata da forma sequencial por meio da qual as plantas e os demais organismos ocupam a superfície. Na natureza, as plantas demonstram exigências diferentes de luz, tolerâncias diferentes à temperatura e necessidades distintas em relação à umidade do solo, por exemplo. De acordo com Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), durante a sucessão ocorrem alterações na composição e na riqueza de espécies, exclusão por competitividade e aumento na complexidade estrutural da vegetação.

Diante do exposto, o conceito de sucessão está ligado à tendência da natureza em ocupar ou reocupar uma área, em estabelecer novo desenvolvimento em um local, dependendo do clima e das condições de solo locais. Quando falamos em sucessão (Figura 47) nos referimos a um processo que ocorre em etapas.

Figura 47 – Sequência sucessional da vegetação. Esquema ao longo do tempo.



Fonte – Rios, 2019.

Ambientes florestais apresentam com frequência o fenômeno natural de formação de clareiras (Figura 48). Tal processo consiste na abertura de espaços no dossel da floresta em função da queda de árvores, ocasionada por diversos fatores como chuvas e ventos fortes ou mesmo morte por envelhecimento.

Figura 48 – Abertura de clareira na floresta e sucessão ecológica.

Queda de árvore abrindo clareira na floresta.

a



Início da regeneração natural na clareira.

b



Clareira reocupada pela regeneração da floresta.

c



Fonte – Rios, 2019.

As áreas abertas, mais expostas ao sol, apresentarão então um conjunto de características específico, que poderá envolver alta exposição à luz do sol, altas temperaturas na superfície do solo e menor retenção de umidade. Pode-se perguntar aqui se esse novo ambiente, com essas condições, será favorável ou desfavorável para as espécies nativas.

A resposta dependerá das características da planta que irá ocupar o local. As condições mencionadas seriam inóspitas para uma planta que aprecia ambiente sombreado e menor temperatura na superfície do solo. Por outro lado, tais condições podem ser as ideais para uma planta que tenha vocação para colonizar (Figura 49) áreas abertas.

Figura 49 – Gramíneas.



Fonte – Angelo, 2007.

As áreas expostas propiciam condições para a colonização espontânea de algumas espécies, ou seja, permitem o início do processo de reocupação do local. Nesse momento ocorre a colonização de plantas que costumam se reproduzir em grande quantidade, de maneira rápida, visando ocupar áreas abertas, o que pode ser chamado de ‘estratégia r’.

Muito embora apresentem grande número de indivíduos, essas espécies costumam ser brevemente substituídas em meio à sucessão ecológica das espécies na área. Um exemplo de espécies com essa característica são as plantas conhecidas como ‘vassouras’ ou ‘vassourinhas’, pertencentes ao gênero *Baccharis* spp. (Figura 50).

Tais espécies ocupam áreas abertas com grande número de indivíduos, podendo ser substituídas em poucos anos por outras espécies, caso a sucessão natural tenha condições de avançar no local.

Figura 50 – *Baccharis* sp. e gramíneas.



Fonte – Angelo, 2006.

A propósito, a função dessas espécies em trabalhos de restauração é quase sempre subestimada. Apesar de desempenharem um ‘papel transitório’ ou mesmo ‘rápido’ na paisagem, elas desempenham papel decisivo na reocupação inicial da vegetação em uma área, criando condições para o estabelecimento de outras plantas que colonizarão o local posteriormente. Isso porque tais plantas têm aptidão para

colonizar novas áreas e toleram condições difíceis, como excesso de luz, altas temperaturas, solos rasos e ventos constantes (Figura 51).

Figura 51 – *Solanum* sp. (fumo-bravo).



Fonte – Angelo, 2007.

Esse recobrimento inicial começará a alterar as condições do local após algum tempo, diminuindo a quantidade de luz que chega ao solo, aumentando a quantidade de matéria orgânica depositada sobre o solo e permitindo, assim, a entrada de plantas que naturalmente exigem tais condições.

Além disso, essa área inicialmente recoberta com arbustos e herbáceas passa a ser gradativamente mais frequentada por animais, que encontram abrigo e alimentação nesse novo local, propiciando a chegada de frutos e sementes de outras áreas, o que resulta no aumento do número de espécies no local.

4.4.1 Classificação das espécies em grupos ecológicos

As plantas são classificadas de diferentes maneiras quanto ao seu comportamento na sucessão. A afinidade das espécies vegetais com a luz é uma das características que mais vêm sendo observadas para a classificação das espécies nos chamados 'grupos ecológicos'. A classificação em grupos ecológicos costuma realizar a divisão das espécies arbóreas nos seguintes grupos: pioneiras, secundárias (iniciais e tardias) e climácicas.

- **Espécies pioneiras:** são aquelas que preferem ambientes com muita luz, como áreas abertas ou clareiras e atingem a maturidade sob essa condição. Normalmente, germinam e se desenvolvem a pleno sol e têm rápido crescimento. As pioneiras (Figura 52) produzem de forma precoce grande quantidade de sementes.

Figura 52 – Embaúbas na paisagem, espécie pioneira.



Fonte – Angelo, 2006.

As sementes das espécies pioneiras costumam ser pequenas, são produzidas em grande quantidade, têm longa viabilidade e são dispersas pelo vento ou por agentes generalistas. No início do processo sucessional, as espécies pioneiras se concentram na área em pequena variedade, entretanto com grande número de indivíduos, especialmente em fragmentos florestais em estágio inicial de regeneração. Geralmente, apresentam crescimento muito rápido e não chegam a viver mais que 10-15 anos. A maior parte dessas espécies apresenta madeira clara e de baixa densidade.

- **Espécies secundárias iniciais:** as plantas desse grupo se desenvolvem em áreas abertas ou semiabertas e clareiras, aceitando sombreamento parcial. As árvores têm tamanho que varia entre 12 e 20 metros de altura. Suas sementes apresentam tamanho de pequeno a médio, geralmente são dormentes, com

viabilidade longa e produzidas em boa quantidade. Em relação ao processo de dispersão, este pode se dar por pássaros, por morcegos, pela própria gravidade ou pelo vento. Essas espécies costumam ocupar as áreas iniciais junto às pioneiras, porém ocorrem em menor quantidade de indivíduos. Seu crescimento é rápido e seu ciclo de vida costuma variar entre 15 e 30 anos de idade. A madeira das espécies desse grupo costuma ser leve, de baixa densidade.

- **Espécies secundárias tardias:** os vegetais desse grupo crescem em ambiente de sub-bosque, ou seja, completam seu ciclo de desenvolvimento em condição de sombreamento. Quando chegam à fase adulta, essas espécies costumam ocupar os estratos superiores da floresta. As sementes desse grupo são médias ou grandes e podem ser dispersas pelo vento, pela gravidade ou por animais. Suas mudas compõem o banco de plântulas da floresta. As espécies secundárias tardias costumam ocorrer em estágios médios de sucessão, têm grande porte, ciclo de vida longo (que pode chegar a 100 anos) e apresentam madeira com densidade intermediária.
- **Espécies clímax:** as espécies climácicas germinam e atingem a maturidade em condição de sombreamento. Na fase adulta, podem atingir o dossel superior da floresta ou permanecem como emergentes. As sementes desse grupo costumam ter pequeno período de viabilidade e germinam logo após caírem no solo. Tais sementes costumam ser grandes, sendo dispersas por gravidade e, com frequência, por animais de maior porte, como roedores e grandes aves. As espécies clímax apresentam relações pronunciadas com animais que desempenham o papel de dispersores e polinizadores. Além disso, costumam ocorrer em baixa densidade por área, ou seja, em pequeno número. São compostas por árvores altas, que podem chegar a mais de 30 metros de altura, sendo típicas de florestas em estágio avançado de sucessão. O crescimento dessas espécies é considerado lento e a madeira delas tem alta densidade, portanto são reconhecidas como árvores de madeira nobre. Costumam apresentar longevidades consideráveis, entre 100 e 1 000 anos de vida. Em função desse conjunto de características, essas espécies costumam definir a 'estrutura final' da floresta.

No quadro 4 estão listadas algumas espécies florestais pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climácicas que ocorrem em três tipos de formações florestais: FOM – Floresta Ombrófila Mista (com araucárias), FESD – Floresta Estacional Semidecidual e FOD – Floresta Ombrófila Densa.

Quadro 4 – Exemplos de espécies florestais por grupo ecológico e por tipo de formação florestal.

Grupo Ecológico	Formação vegetal		
	*FOM	**FESD	***FOD
Pioneiras	Aroeira, bracatinga, capororoca, embaúba, fumo-bravo, vassourão-branco, pata-de-vaca, pau-cigarra, salseiro, vassourão.	Aroeira, bracatinga-de-campo-mourão, capixingui, crindiúva, embaúba, fumo-bravo, maricá, mutambo, pata-de-vaca, pau-jacaré, tapiá.	Barrilheira, crindiúva, embaúba, fumo-bravo, maricá, pata-de-vaca, pau-cigarra, pau-jacaré, tamanqueira, tapiá, tarumã-branco.
Secundárias iniciais	Açoita-cavalo, branquinho, canela-guaicá, cedro, corticeira, ipê-amarelo, jacarandá, louro-pardo, mamica-de-porca, pau-cigarra, pessegueiro-bravo, pinheiro-bravo, vassourão-branco.	Amendoim-bravo, angico-branco, angico-gurucaia, angico-vermelho, canafístula, canela-guaicá, cedro, corticeira, ipê-amarelo, louro-pardo, paineira, pau-d'alho, timbaúva.	Angico, araribá-amarelo, caixeta, cedro, corticeira, embiruçu, guapuruvu, ingá-ferradura, ingá-vermelho, jacatirão-açu, pau-cigarra, pau-jacaré, tapiá.
Secundárias tardias	Canjerana, canela-branca, louro-pardo, pinheiro-bravo.	Ariticum-cagão, cabreúva, canela-branca, canjerana, ipê-roxo, jatobá, louro-pardo, pau-d'alho, pau-marfim, sucará.	Araribá-rosa, ariticum-cagão, bicuíba, canela-sassafras, canjerana, jacataúva, jequitibá-branco.
Climácicas	Canela-sassafrás, canjerana, erva-mate, imbuia.	Copaíba, erva-mate, jequitibá, palmitero, peroba-rosa.	Bacupari, baguaçu, bocuva, canela-preta, guanandi, palmitero, pau-óleo, pitangueira.

*FOM (Floresta Ombrófila Mista – Floresta com araucária)

**FESD (Floresta Estacional Semidecidual)

***FOD (Floresta Ombrófila Densa)

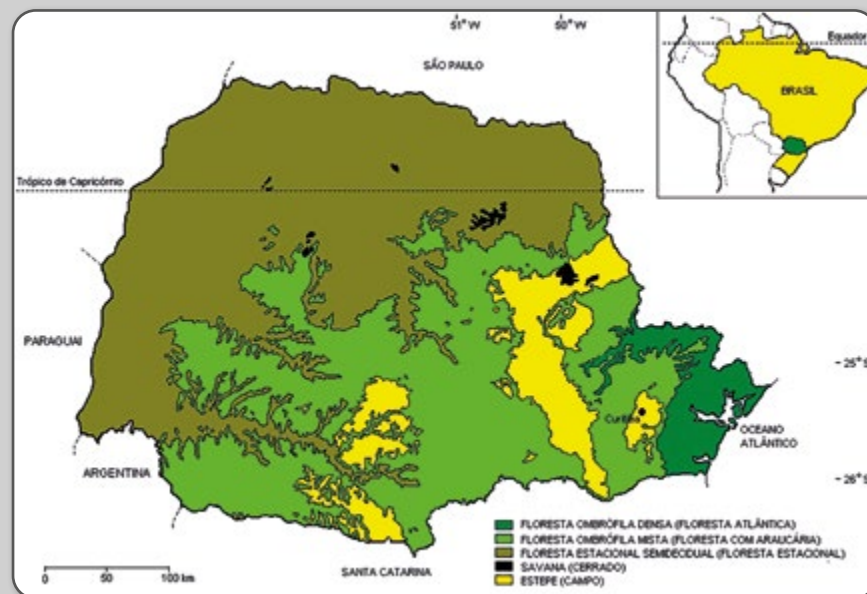
Fonte – Adaptado de Angelo, (2007) e Angelo e Souza (2016).

4.5 FITOGEOGRAFIA: ASPECTOS ENVOLVENDO A DISTRIBUIÇÃO FITOGEOGRÁFICA NO ESTADO DO PARANÁ

De acordo com Roderjan *et al.* (2002), o estado do Paraná tem cinco unidades fitogeográficas: a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Estacional Semidecidual, a Estepe e a Savana. Além destas, podemos considerar as chamadas formações pioneiras, nas quais estão relacionadas as restingas, os manguezais e as várzeas.

Cada uma das cinco unidades fitogeográficas do estado do Paraná (Figura 53) apresenta um conjunto de características específico envolvendo um grupo particular de espécies, além de particularidades em relação ao processo de sucessão natural.

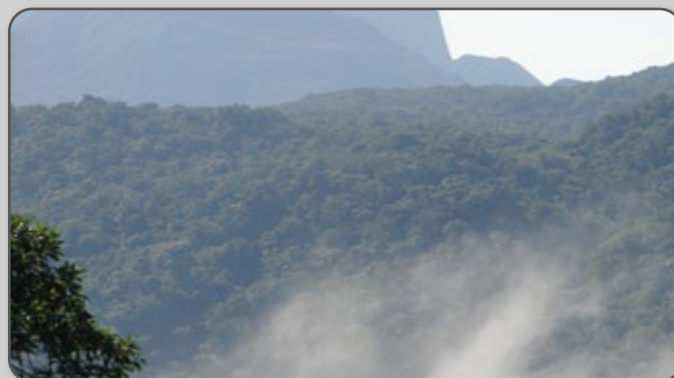
Figura 53 – Mapa fitogeográfico do Paraná.



Fonte – Roderjan *et al.*, 2002.

A **Floresta Ombrófila Densa** (Figura 54) ocorre na porção leste do estado do Paraná e se distribui pela Serra do Mar praticamente em toda sua extensão, além do Vale do Rio Ribeira. De acordo com Leite (1994), em termos florísticos, essa unidade fitogeográfica é a mais heterogênea e complexa do sul do país. Muitos pesquisadores estimam que ela tenha mais de 700 espécies arbóreas, a maioria delas exclusiva desse tipo vegetacional, ou seja, são espécies endêmicas.

Figura 54 – Cenário em região com Floresta Ombrófila Densa, Paraná.



Fonte – Angelo, 2007.

Essa formação recebe influência de massas de ar quentes e úmidas oriundas do Oceano Atlântico. Sua região de ocorrência recebe ainda chuvas intensas e em

geral bem distribuídas ao longo do ano. Essa floresta ocupa a planície litorânea, as encostas da Serra do Mar e parte do Vale do Rio Ribeira.

Segundo Veloso *et al.* (1991) , essa unidade fitoecológica subdivide-se em cinco formações, de acordo com as variações altitudinais existentes ao longo da região sul-brasileira: terras baixas, submontana, montana, altomontana e a formação aluvial, associada a cursos d'água.

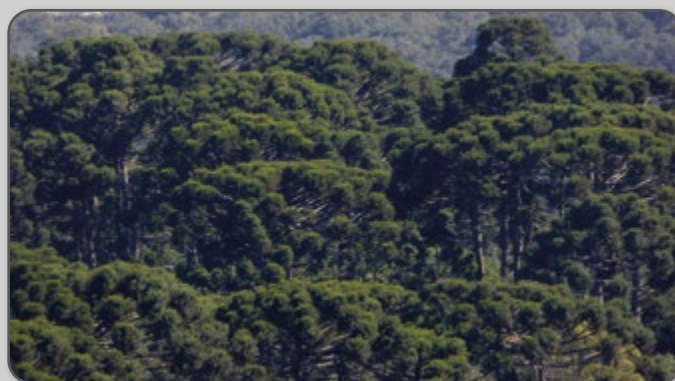
Outra formação que ocorre no estado do Paraná e se destaca em relação à diversidade de espécies é a **Floresta Ombrófila Mista** (Figura 55). Ela não recebe influência direta do oceano, mas apresenta chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Sua composição de espécies é influenciada decisivamente pela ocorrência de baixas temperaturas e de geadas no período de inverno.

Essa unidade fitoecológica tem como característica marcante a presença de flora com espécies de origem temperada (austro-brasileira), bastante antigas, adaptadas a um clima mais frio, e outras espécies de origem tropical (afro-brasileira), associadas às temperaturas mais quentes e à umidade, condições climáticas compatíveis com o que se observa atualmente (IBGE, 1992).

Essa formação tem sido considerada uma das mais notáveis em termos de valor ecológico por abrigar espécies típicas e atributos biológicos únicos em todo o planeta. Uma dessas espécies é a *Araucaria angustifolia*, conhecida popularmente como pinheiro-do-paraná.

Leite (1994) constatou que essa unidade apresenta uma quantidade superior a 350 espécies arbóreas, sendo que só no Paraná se estima que esse número seja superior a 200 espécies. Desse total de espécies, algo em torno de 40% é considerada endêmica. Analogamente, a Floresta Ombrófila Densa também está subdividida nas subunidades submontana, montana, altomontana e aluvial.

Figura 55 – Floresta Ombrófila Mista.



Fonte – Angelo, 2016.

No Paraná, a **Floresta Estacional Semidecidual** (Figura 56) se distribui no terceiro e em parte do segundo planalto do estado, o que corresponde a determinadas regiões do norte e do oeste do território, além dos vales dos rios formadores da Bacia do Rio Paraná, em altitude compreendida entre 200 e 800 metros. Essa formação caracteriza-se principalmente pela decidualidade da vegetação nas estações de outono e inverno, e a região em que está localizada destaca pela ocorrência eventual de geadas. Além disso, sua composição florística está condicionada a um período de baixa precipitação pluviométrica. Por conta desse período, de 20 a 50% das árvores de seu dossel perdem as folhas.

Figura 56 – Floresta Estacional Semidecidual.



Fonte – Angelo, 2007.

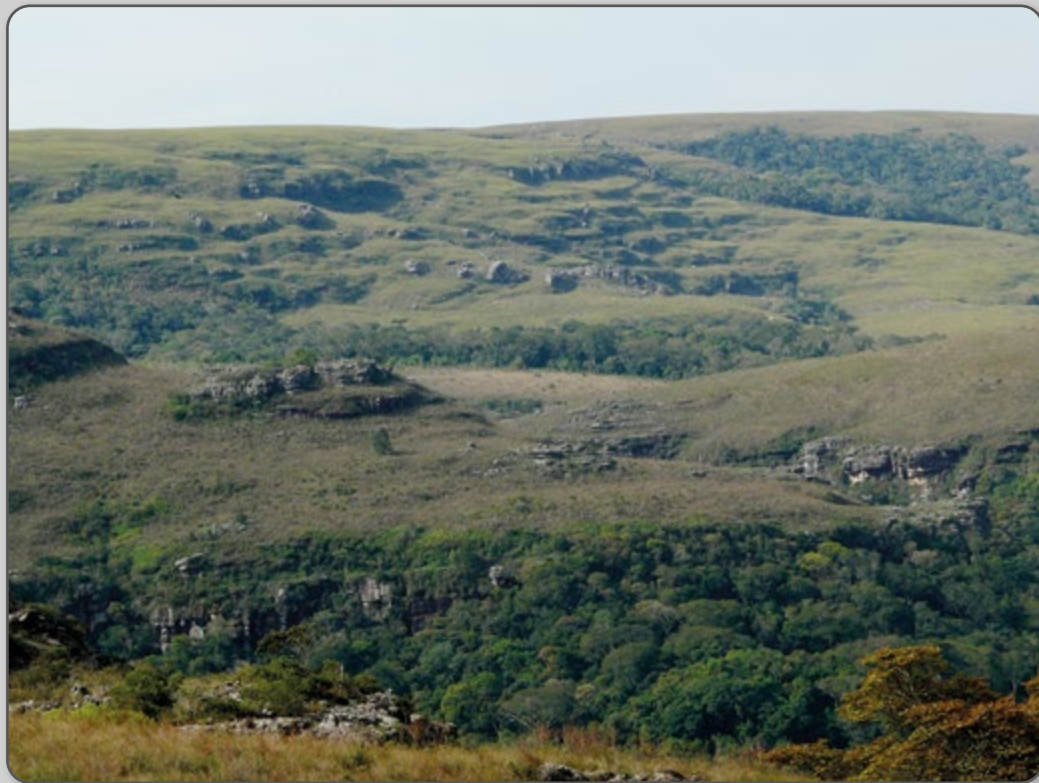
Segundo Leite (1994), esse fenômeno é praticamente restrito aos estratos superiores e parece ter correlação principalmente com o clima de sua região de ocorrência. No noroeste do estado, a litologia predominante é caracterizada pela presença da formação Arenito Caiuá, que origina um solo muito suscetível a processos erosivos. No Paraná, as áreas florestais dessa unidade foram quase totalmente eliminadas, restando alguns remanescentes, destacando-se o Parque Nacional do Iguaçu. Como as demais unidades, a Floresta Estacional Semidecidual subdivide-se em terras baixas, submontana, montana e aluvial.

No estado do Paraná, ocorre ainda a unidade fitoecológica **Estepe Gramíneo-lenhosa** (Figura 57) ou, como é conhecida popularmente, a região dos Campos Gerais. A vegetação gramínea predominante dessa formação ocorre em terrenos suave-ondulados. Nela se destaca a diversidade de espécies herbáceas ocorrentes, muitas destas ainda não identificadas e outras pouco conhecidas.

Conforme descreveram Moro *et al.* (1996) , são típicas na região plantas da família Poaceae dos gêneros *Aristida*, *Paspalum*, *Andropogon*, *Eragrostis*, *Piptochaerium* e *Panicum*, além de plantas das famílias Asteraceae, Apiaceae, Cyperaceae, Lamiaceae, Verbenaceae, Polygalaceae, Amaranthaceae, Fabaceae, Mimosaceae, Asclepiadaceae, Ericaceae, Lobeliaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae e Arecaceae.

Nessas regiões, o entorno dos mananciais muitas vezes é caracterizado pela presença de capões de Floresta Ombrófila Mista, sendo que estes também são facilmente encontrados isolados no campo. A principal espécie que está presente nesses capões é *Araucaria angustifolia*, associada com outras espécies como *Sebastiania commersoniana*, *Podocarpus lambertii*, *Gochnatia polymorpha*, *Schinus terebinthifolius*, *Lithraea brasiliensis*, *Ocotea porosa*, *Syagrus romanzoffiana* e *Allophylus edulis*. (RODERJAN *et al.*, 2002).

Figura 57 – Estepe.



Fonte – Angelo, 2009.

O Paraná ainda é contemplado com pequenas porções de outra formação relictual: a **Savana** (Figura 58), conhecida popularmente como Cerrado. Essa é a

formação menos predominante em todo o estado, mas Maack (1981) a estimou em quase 2 mil quilômetros quadrados antes do processo de colonização.

Figura 58 – Fitofisionomia típica de Cerrado.



Fonte – Angelo, 2019.

Straube (1998) destacou três macrorregiões de ocorrência do Cerrado no estado: no nordeste paranaense, em Jaguariaíva (Parque Estadual do Cerrado); nas proximidades da cidade de Tibagi (com uma pequena representação no Parque Estadual do Guartelá) e em uma área próxima à cidade de Campo Mourão, no centro-noroeste do estado.

- **Formações Pioneiras com Influência Marinha:** constituem as restingas, que ocupam uma área submetida a ventos constantes, à influência de marés, à variação de salinidade e a solos desfavoráveis. Dentre as espécies presentes nessa formação podemos citar *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae), *Hydrocotyle bonariensis* (Apiaceae), *Cordia verbenacea* (Boraginaceae), várias espécies de Poaceae e de Cyperaceae. Outro conjunto de espécies pode ocorrer em dunas, com caráter xerofítico, envolvendo espécies como *Clusia criuva*, *Schinus terebinthifolius*, *Tapirira guianensis*, *Gomidesia schaueriana* e *Psidium cattleianum*. Há presença de várias espécies de Orchidaceae e Bromeliaceae.

- **Formações Pioneiras de Influência Fluviomarinha:** ocorrem onde há contato entre as águas de um rio e marés oceânicas. Existem dois tipos básicos: uma associação de caráter arbóreo, os manguezais (Figura 59), e outra área com predomínio de herbáceas, chamada de campos salinos.

Figura 59 – Aspecto típico de um manguezal.



Fonte – Angelo, 2017.

- Nos campos salinos, entre as espécies comuns se encontram *Spartina alterniflora* (Poaceae), *Crinum salsum* (Amaryllidaceae), *Acrostichum trigynum* (Pteridaceae), *Androtrichum trigynum* (Cyperaceae). Também são comuns *Paspalum vaginatum* (Poaceae), *Juncus maritimus* (Juncaceae). Nos manguezais predominam *Rhizophora mangle* (Rizophoraceae), *Laguncularia racemosa* (Combretaceae) e *Avicennia schaueriana* (Verbenaceae).
- **Formações Pioneiras de Influência Fluviolacustre:** são predominantemente herbáceas e ocorrem em regiões ocupadas por várzeas, normalmente sob a influência do regime hídrico de um rio. Destacam-se espécies como *Typha domingensis*, outras espécies de Typhaceae, Cyperaceae, Lentibulariaceae, Alismataceae e Xyridaceae. Na planície litorânea as espécies arbóreas *Tabebuia cassinoides*, *Mimosa bimucronata*, *Annona glabra* e *Syagrus romanzoffiana* têm a capacidade de colonizar essas áreas. Nessa região, *T. cassinoides* pode dar origem a agrupamentos típicos, denominados de caxetais. Nas várzeas localizadas no interior do estado, a espécie arbórea que se destaca é *Erythrina crista-galli*.
 - **Refúgios vegetacionais:** representados pelos campos de altitude, geralmente acima de 1 200 ou mesmo 1 300 metros de altitude. Predominam nesses locais exemplares de famílias como Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Melastomataceae e Bromeliaceae.

4.6 ESPÉCIES INVASORAS

O conceito de ‘espécies invasoras’ tem grande importância do ponto de vista ecológico e para os trabalhos de restauração. É importante a adequada percepção do significado dos diversos termos aqui relacionados. Para a Convenção da Diversidade Biológica (CDB) (1992), ‘espécie exótica’ é aquela que se encontra fora de sua área de distribuição natural.

Por sua vez, a CDB (1992) define ‘espécie exótica invasora’ como aquela que, além de estar fora de sua área de ocorrência natural, pode ameaçar outros ecossistemas, *habitat* ou espécies. Algumas dessas espécies exóticas, em função das vantagens competitivas e da ausência de inimigos naturais, acabam se proliferando e invadindo ecossistemas.



ALERTA ECOLÓGICO

Convenção da Diversidade Biológica (CDB)

É um tratado da Organização das Nações Unidas (ONU), assinado em 1992, que trata da proteção e do uso da biodiversidade. No Brasil, ela foi promulgada por meio do Decreto n.º 2.519, de 16 de março de 1998.

Nesses novos ambientes, tais espécies podem concorrer com espécies nativas e até mesmo suprimi-las, causando desequilíbrios ambientais. Tal situação também pode receber o nome de invasão biológica.

Em função desse contexto, as ‘espécies exóticas invasoras’ representam hoje a segunda maior causa de perda de biodiversidade (ZILLER; ZALBA, 2007), após as perdas ocasionadas pela degradação dos habitats originais. Os ecossistemas invadidos podem sofrer alterações significativas em sua estrutura e composição, colocando em risco a continuidade desses ambientes e, por consequência, das espécies que o compõem.

Atualmente, milhares de espécies de plantas e animais de diferentes grupos são intitulados como ‘invasores’. Em função da dimensão desse problema, os custos relacionados ao controle, à prevenção e à erradicação dessas espécies somam hoje valores expressivos.

Espécies florestais comerciais, como *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, têm se tornado uma ameaça em regiões de campos nativos (Região de Estepe Gramíneo-lenhosa) – que no estado do Paraná envolvem os municípios de Ponta Grossa, Palmeira, Balsa Nova e Campo Largo (ZILLER; GALVÃO, 2002). Tal situação pode ser observada no Parque Estadual de Vila Velha, município de Ponta Grossa-PR.

O manejo e o controle de algumas dessas espécies em trabalhos de restauração têm se tornado uma atividade cada vez mais necessária em nossa região.

Os impactos causados por várias dessas espécies não devem ser subestimados. O estado do Paraná tem hoje apenas uma fração das áreas naturais que tinha no passado. A maior parte dos remanescentes que ainda restam são considerados pequenos do ponto de vista ambiental. Tais fragmentos são mais vulneráveis quando expostos a pressões exercidas pelas atividades humanas ou decorrentes da presença humana.

Espécies de plantas introduzidas pelo ser humano em uma região poderão competir pelos recursos de luminosidade, água, nutrientes e espaço físico com as plantas nativas. Como algumas das plantas exóticas têm caráter invasor, expandem-se de maneira descontrolada, ocupando esses espaços. Ao fazerem isso, podem vir a substituir os exemplares nativos, provocando impactos adicionais àqueles já mencionados, de fragmentação das paisagens naturais.

Algumas espécies de animais introduzidos acabam causando também problemas consideráveis em remanescentes naturais. Por exemplo, cães e gatos domésticos, presentes em nossa região em grande número, costumam exercer impacto enquanto predadores. Além disso, podem transmitir doenças a animais nativos que apresentem algum parentesco com eles.

Problemas semelhantes ocorrem a partir do momento em que espécies de peixes de outras bacias hidrográficas são introduzidas de forma acidental ou proposital em dada região. Espécies como o bagre-africano, a tilápia e o tucunaré, ao serem introduzidas em rios de nossa região, passaram a preda as espécies nativas, além de ocuparem, em alguns casos, o espaço que seria de outras espécies nativas.

Outro exemplo que pode ser mencionado é o do javali. Essa espécie originada na Europa foi introduzida no Brasil há muitos anos e se tornou mais um problema como espécie invasora. Alguns indivíduos foram trazidos para serem criados e acabaram fugindo dessas áreas. Eles se adaptaram a esse novo ambiente e representam hoje um problema na medida em que sua população prossegue aumentando. Esses animais causam danos em propriedades rurais, por serem potenciais vetores de doenças para os animais domésticos e por impactarem áreas com cultivos agrônômicos. Do ponto de vista natural, eles causam danos significativos por interferirem na estrutura de formações vegetais e por competirem com espécies nativas de porcos, como é o caso do cateto (*Tayassu tajacu*).

4.6.1 Exemplos de espécies arbóreas exóticas consideradas invasoras

- Alfeneiro (*Ligustrum lucidum*) – região de maior incidência: FOM.
- Amarelinho (*Tecoma stans*) – considerado um problema nas seguintes regiões: FESD, FOD, FOM.

- Leucena (*Leucaena leucocephala*) – região com maiores problemas no Paraná: FESD e Savana.
- Pinus ou pinheiro-americano (*Pinus* spp.) (Pinaceae) (Figura 60) – encontra-se nas áreas de Estepe, Savana e em áreas alteradas da FOD, FOM e FESD.

Figura 60 – *Pinus* sp. ocorrendo espontaneamente em área degradada.



Fonte – Angelo, 2010.

- Pau-incenso (*Pittosporum undulatum*) (Pittosporaceae) – região de ocorrência como problema: FOM.
- Uva-do-japão ou pé-de-galinha (*Hovenia dulcis*) – tornou-se um problema nas seguintes regiões: FOM, FESD e Estepe.

4.6.2 Outros exemplos de espécies reconhecidas como invasoras no estado do Paraná e as tipologias de vegetação mais atingidas

De acordo com a Lista de Espécies Exóticas Invasoras do Paraná do Instituto Ambiental do Paraná, destacam-se:

a) Espécies vegetais invasoras:

- Capim-anoni (*Eragrostis plana*) (Poaceae): Estepe e FOM.
- Lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*) (Zingiberaceae): FOD, FOM, Estepe e Formações Pioneiras.

- Capim-colonião (*Megathyrsus maximus*) (Poaceae): FESD
- Bambu-dourado (*Phyllostachys aurea*) (Poaceae): FOM, Savana e Estepe.
- Braquiária (*Urochloa* spp.) (Poaceae): FOD e Estepe.

b) Exemplos de animais invasores:

- Bagre-africano (*Clarias gariepinus*): todas as bacias.
- Bico-de-lacre (*Estrilda astrild*): FESD, FOD, FOM, Savana e Estepe.
- Javali (*Sus scrofa scrofa*): FOM e Estepe.
- Lebre-europeia (*Lepus europaeus*): FESD, FOD, FOM, Savana e Estepe.
- Rã-touro (*Lithobates catesbeianus*): todos os ambientes.
- Tartaruga-tigre-d'água (*Trachemys scripta elegans*): FESD, FOD, FOM.
- Tilápia (*Oreochromis niloticus niloticus*): todas as bacias.
- Trairão (*Hoplias intermedius*): rio Iguaçu e bacias litorâneas.
- Tucunaré (*Cichla* spp.): todas as bacias.

Vertebrados terrestres em ambiente urbano e periurbano ou considerados domésticos conforme portaria do Ibama 93/1998:

- Búfalo (*Bubalus bubalis*) (Figura 61);
- Cão doméstico (*Canis lupus familiaris*);
- Gato doméstico (*Felis catus*);
- Ratazana (*Rattus norvegicus*);
- Rato-preto (*Rattus rattus*).

Figura 61 – Búfalos.



Fonte – Angelo, 2016.

5 PRODUÇÃO DE MUDAS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

O sucesso de um programa de restauração tem início na produção de mudas de qualidade. Para isso, aspectos como diversidade das mudas, variabilidade genética e grupo ecológico devem ser considerados quando o produtor optar por produzir as mudas.

O primeiro passo para a produção de mudas é a definição de como elas serão produzidas – por sementes (reprodução sexuada) ou propagação vegetativa (reprodução assexuada). Para isso, é importante ter entendimento da classificação de sementes florestais (que será abordada no próximo item) e quais são as técnicas empregadas na propagação vegetativa.

Na propagação vegetativa ou agâmica as plantas são multiplicadas sem o envolvimento de gametas. Ocorre a formação de uma nova planta por meio da capacidade do vegetal de formar raízes, com isso se obtêm indivíduos geneticamente idênticos àqueles nos quais se tem interesse.

Uma das vantagens desse processo é acelerar a formação de uma nova muda, além de produzir indivíduos que entrarão no período reprodutivo (produção de sementes) precocemente. Dentre as técnicas aplicadas na propagação assexuada em espécies arbóreas, destacam-se: estaquia, enxertia, mergulhia e alporquia. No entanto, em um programa de restauração, a variabilidade genética deve ser considerada, por isso, as mudas de um programa de restauração não devem ser provenientes apenas da propagação vegetativa.

5.1 PRODUÇÃO DE MUDAS

5.1.1 Sementes florestais

A reprodução sexuada de plantas ocorre por meio da polinização e da formação de sementes (Figura 62). As sementes florestais são classificadas de acordo com seu comportamento fisiológico em relação à dessecação. Tal conhecimento é de extrema importância quando se tem a intenção de armazenar as sementes.

Figura 62 – Exemplos de sementes de espécies florestais.



Fonte – Angelo, 2011.

As sementes são classificadas como ortodoxas e recalcitrantes (Quadro 5). As primeiras permitem a desidratação sem perder a viabilidade, enquanto as segundas, são sensíveis à dessecação, ou seja, quando perdem água, podem perder também a viabilidade.

? VOCÊ SABIA?

Dessecar = retirar a umidade.

Quadro 5 – Exemplos de sementes de espécies florestais e comportamento fisiológico das sementes (sementes ortodoxas ou recalcitrantes).

Classificação	Espécie	Nome popular	Floresta de ocorrência
Ortodoxas	<i>Ilex paraguariensis</i>	Erva-Mate	FOM
	<i>Myrsine ferruginea</i>	Capororoca	FOD/FESD/FOM
	<i>Mimosa scabrella</i>	Bracatinga	FOM
	<i>Mimosa bimocronata</i>	Maricá	FOD
Recalcitrantes	<i>Annona cancans</i>	Ariticum cagão	FOD/FESD/FOM
	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Peroba-Rosa	FESD
	<i>Euterpe edulis</i>	Palmito Juçara	FOD/FESD
	<i>Ocotea porosa</i>	Imbuia	FOM

Fonte – Adaptado de Carvalho, 1994.

Na prática, a longevidade das sementes recalcitrantes é curta e a das sementes ortodoxas tende a ser mais longa à medida que perdem água e o armazenamento se dá a baixas temperaturas – esse fato está diretamente relacionado à capacidade de armazenamento das sementes.

A coleta de sementes florestais ocorre em ‘árvores matrizes’. Por isso, o primeiro passo é a identificação dessas árvores, que são os indivíduos de dada espécie que irão fornecer as sementes para a produção de mudas. Uma árvore matriz deve apresentar características como sanidade, copa bem formada (frondosa), produção de frutos de qualidade e com viabilidade. Além disso, características específicas também podem ser consideradas, dependendo do objetivo das mudas, tais como tronco reto para produção de madeira ou florada persistente para o paisagismo.

Entre matrizes da mesma espécie, para garantir maior variabilidade genética dos lotes de sementes, é desejável que uma árvore matriz esteja cerca de 100 metros de distância uma da outra (NOGUEIRA; MEDEIROS, 2007), mas na prática isso nem sempre é possível.

Os frutos podem ser coletados diretamente no chão ou na planta-mãe. A forma de colheita de sementes varia de acordo com a altura da planta, a acessibilidade (plantas com ou sem espinhos) e as características dos frutos.

A coleta pode ser feita diretamente do chão (Figura 63) ou na árvore, utilizando ferramentas como podão, escada, esporas, equipamento de alpinismo etc. No segundo caso, é necessário atentar para as exigências da Norma Regulamentadora 35 – Trabalho em Altura.

Figura 63 – Equipamento utilizado para coleta de sementes.



Fonte – Angelo, 2011.

Após a coleta dos frutos, o próximo passo será o beneficiamento e a retirada das sementes. Esse processo varia de acordo com a característica do fruto.



VOCÊ SABIA?

Frutos secos deiscentes = quando maduros, abrem-se espontaneamente para liberar as sementes.

Exemplos: branquinho/branquilha, pata-de-vaca, dedaleiro, cedro.

Frutos secos indeiscentes = não se abrem espontaneamente para liberar as sementes. Exemplos: maricá.

Frutos carnosos = quando maduros, são suculentos, pois têm polpa. Exemplo: pitanga, guabirova, araçá, juçara.

Assim, recomenda-se coletar os frutos secos deiscentes ainda fechados e submetê-los à secagem para que possam liberar as sementes. A secagem pode ser à sombra ou ao sol, dependendo da espécie.

As sementes dos frutos secos indeiscentes devem ser extraídas com auxílio de ferramentas como escarificador, liquidificador, faca, canivete, entre outras. Já os frutos carnosos necessitam do despulpamento. Para isso, podem ser macerados em uma peneira sob água corrente ou ficarem submersos em água para amolecer a polpa. As extrações das sementes variam de acordo com cada espécie. O Quadro 6 apresenta alguns exemplos.

Outro aspecto relevante, após a coleta e o beneficiamento dos frutos, é a superação da dormência, um estado fisiológico da semente em que a germinação não ocorre independentemente da condição ambiental, ou seja, a semente não germina mesmo quando se encontra em condições ambientais favoráveis.

Por isso, quando o objetivo é a produção de mudas, as sementes que apresentam dormência devem superá-la de forma induzida para facilitar a germinação e estimular a produção quando se deseja.

Quadro 6 – Métodos de extração de sementes de espécies nativas.

Espécie	Nome popular	Tipo do fruto	Recomendação de extração
<i>Araucaria angustifolia</i>	Pinheiro-do-paraná	Deiscente	Secar em ambiente coberto e ventilado.
<i>Talauma ovata</i>	Baguaçu	Deiscente	Secar em ambiente coberto e ventilado.
<i>Sebastiania commersoniana</i>	Branquinho/ branquilha	Deiscente	Secar naturalmente, mas se recomenda cobrir os frutos com tela, pois as sementes ‘pulam’ quando o fruto se abre.
<i>Jacaranda puberula</i>	Caroba	Deiscente	Secar os frutos ao sol e proteger as sementes para não serem levadas pelo vento.
<i>Mimosa bimucronata</i>	Maricá	Indeiscente	Escarificador.
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Murta	Carnoso	Maceração suave.
<i>Euterpe edulis</i>	Palmito-juçara	Carnoso	Deixar em solução de água e cal virgem por aproximadamente 20 minutos. Posteriormente, proceder à lavagem das sementes para facilitar a retirada da polpa.
<i>Allophylus edulis</i>	Vacum	Carnoso	Macerar os frutos em peneira, em água corrente, para separar as sementes dos resíduos dos frutos. Secar as sementes à sombra, em local ventilado.

Fonte – Adaptado de Nogueira e Medeiros, 2007.

A superação induzida da semente pode ser feita por meio de diferentes métodos, de acordo com o tipo de dormência e espécie. Escarificação mecânica (lixar a superfície da semente), imersão em água, secagem, resfriamento, embebição em produto ácido, exposição à luz, entre outros, são exemplos de superação da dormência. O Quadro 7 apresenta algumas espécies florestais nativas e ações necessárias para a superação da dormência.

Quadro 7 – Superação da dormência de espécies florestais nativas.

Espécie	Nome popular	Superação da dormência	Fonte
<i>Mimosa scabrella</i>	Bracatinga	Imersão em água quente (temperatura entre 80 e 96 °C), deixando as sementes em repouso na mesma água por 18 horas.	BIANCHETTI (1981)
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Jerivá	Imersão em água à temperatura de 25 °C por 96 horas.	DAVIDE <i>et al.</i> (1995)
<i>Euterpe edulis</i>	Palmito-juçara	Escarificação mecânica por um minuto e germinação a 25 °C de temperatura.	RAMOS; ZANON (1986)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Guanandi	Estratificação em areia úmida em local sombreado por 60 dias.	DAVIDE <i>et al.</i> (1995)
<i>Mimosa bimucronata</i>	Maricá	Imersão em água a 80 °C seguida de imersão em água em temperatura ambiente por 18h.	DAVIDE <i>et al.</i> (1995)

Fonte – Adaptado pelos autores, 2019.

5.1.2 Viveiro florestal

Viveiro (Figura 64) é o local destinado à produção de mudas. É o espaço onde são realizadas as etapas de produção até a formação da muda, que estará pronta para ser transplantada ao local definitivo (plantio de fato). Por isso, é necessário que sejam observadas algumas características do local, bem como algumas instalações que são desejáveis.

ATENÇÃO

Procedimentos com relação à produção e comercialização de sementes e mudas devem estar de acordo com o SNSM – Sistema Nacional de Sementes e Mudas (Lei n.º 10.711, de 5 de agosto de 2003, regulamentada pelo Decreto n.º 5.153 de 23 de julho de 2004).

É necessário ter Inscrição no Renasem – Registro Nacional de Sementes e Mudas, que pode ser realizado no *site*

<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/RENASEM.html>.

Figura 64 – Viveiro de espécies florestais.



Fonte – Angelo, 2018.

O tamanho da área destinada ao viveiro depende do volume de mudas que se pretende produzir, do tempo de produção de cada espécie, do tamanho dos recipientes, da taxa de germinação das sementes, entre outros fatores. Em geral, um viveiro ocupa cerca de 70% de sua superfície em área produtiva e o restante é destinado às ruas, caminhos entre a disposição dos recipientes e áreas construídas.

Dentre as estruturas desejáveis, podemos destacar: galpão para armazenamento de ferramentas, substratos, recipientes, insumos em geral; local para trabalhar em dias de chuva; área coberta com plástico transparente (estufa); área coberta com (sombrite) e área destinada à rustificação. Além disso, o viveiro deve contar com um reservatório de água e, dependendo do volume produzido, um sistema de irrigação.

A escolha do local para a instalação do viveiro deve considerar aspectos básicos como: tamanho, declividade (recomenda-se uma leve declividade de 1 a 3% para proporcionar o escoamento da água), insolação (recomenda-se a orientação do viveiro no sentido leste-oeste), oferta de água, acesso e distância do plantio.

Os canteiros para disposição dos recipientes (sacos plásticos, tubetes, entre outros) podem ser construídos diretamente sobre o solo ou suspensos com larguras de cerca de 1 metro de largura e distância de 60 centímetros entre canteiros para permitir o fluxo de pessoas, locomoção com carrinho de mão e trabalhos de manutenção em geral.

É importante mencionar que as estruturas dos viveiros devem ser voltadas não apenas para a produção de árvores, mas também de outros grupos de plantas, conforme é constituída uma floresta (Figura 65).

Figura 65 – Viveiro de bromélias em projeto de restauração florestal.



Fonte – Angelo, 2014.

? VOCÊ SABIA?

Área de rustificação = destinada à rustificação das mudas, ou seja, onde recebem maior insolação e menor irrigação, com o intuito de prepará-las para o transplante final (plântio a campo).

Sementeira = caixa de madeira, por exemplo, onde são semeadas sementes, em geral com baixa taxa de germinação ou que levam muito tempo para germinar.

Repicagem = transplante não definitivo das mudas da sementeira para embalagens diversas ou de uma embalagem pequena para uma embalagem maior, onde irão permanecer até o plântio definitivo.

5.1.3 Substrato e recipiente

Substrato é o suporte para o desenvolvimento das plantas, é o meio onde serão desenvolvidas as raízes da planta e fornecidos os nutrientes necessários para sua formação. Para a produção de mudas, é possível utilizar substratos comerciais, que, em geral, são feitos com base em uma mistura de casca de pinus, vermiculita, casca de arroz carbonizada, entre outros.

Porém, o produtor pode fazer uma mistura para substrato (Figura 66) com o objetivo de produzir mudas florestais usando os materiais de que dispõe. O Quadro 8 apresenta alguns materiais que podem ser utilizados nessa mistura e suas características.

Figura 66 – Substrato para produção de mudas.



Fonte – Angelo, 2019.

Quadro 8 – Materiais utilizados para formulação do substrato.

Material	Características
Solo mineral	Baixo custo, baixa fertilidade, alta densidade.
Areia	Baixo custo, nenhuma fertilidade, alta densidade, não apresenta capacidade de retenção de água.
Compostagem e vermicompostagem	Em geral são provenientes de diferentes fontes. De baixo custo, podem ser produzidos na propriedade. Contêm nutrientes, densidade média, podem ter alto valor de pH e têm capacidade de retenção de água.
Casca de arroz	Material leve e poroso, com baixa capacidade de retenção de água. Utilizado na mistura para conferir aeração.
Casca de pinus	Baixa densidade e média capacidade de retenção de água.
Vermiculita	Material leve (baixa densidade), com capacidade boa de aeração e retenção de água. Pode ter custo considerável.
Fibra de coco	Material leve (baixa densidade), com boa capacidade de retenção de água e porosidade e nível de salinidade variável.

Fonte – Adaptado de Kämpf, 2005.

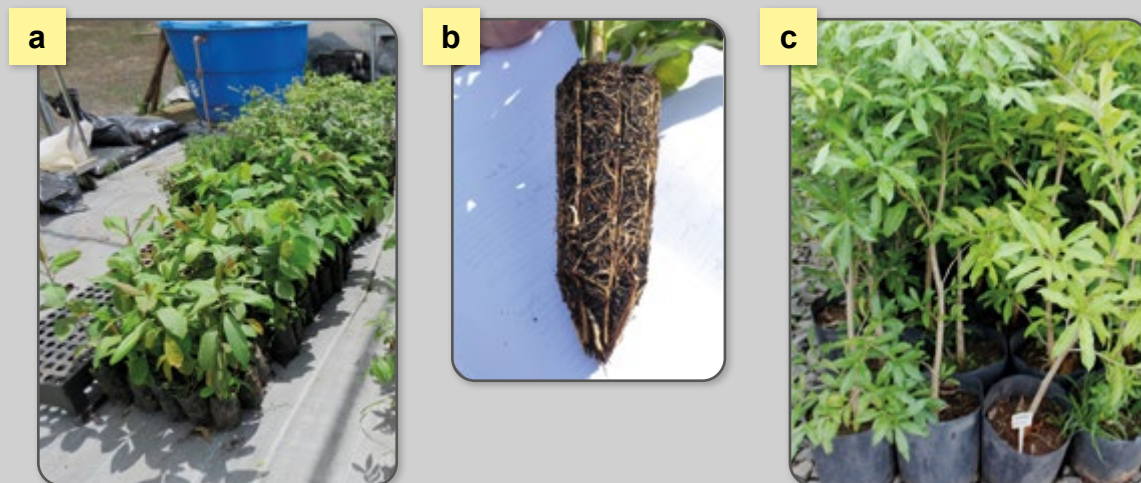
A proporção da mistura dos componentes e a inclusão de fertilizantes devem ser definidas de acordo com as espécies que se tem interesse. De acordo com Oliveira *et al.* (2016), em geral, na formulação de substratos se utiliza um componente mineral (terra de subsolo retirada a 30 cm de profundidade, terriço de mata e terra vegetal) e um ou mais componentes orgânicos que podem ser inertes (casca de arroz carbonizada e fibra de coco) ou biologicamente ativos (composto orgânico, esterco curtido de gado, húmus de minhoca), acrescidos de fertilizantes e corretivos como calcário e gesso.

De acordo com Oliveira *et al.* (2016), o recipiente é a estrutura física utilizada para o acondicionamento do substrato e desenvolvimento da muda até o destino final. A escolha do recipiente deve relacionar o volume de substrato disponível às raízes, além de considerar questões de logística, que envolvem o peso no transporte, o custo, a durabilidade, a facilidade de manuseio e o acondicionamento, entre outros fatores.

Sacos plásticos de polietileno negro (Figura 67A), tubetes de polipropileno reutilizáveis (Figura 67B) e vasos de polipropileno ou de plástico (Figura 67C), disponíveis no mercado em diversos tamanhos, são os recipientes mais comuns. Além destes, atualmente se encontram no mercado recipientes biodegradáveis como tubetes e vasos confeccionados com fibras celulósicas recicladas de embalagens 'longa vida', que podem apresentar custo mais elevado. (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Também é possível o produtor improvisar e utilizar materiais disponíveis na propriedade, como garrafas plásticas de refrigerante, sacos e caixas de leite, entre outros. É importante lembrar que tais materiais devem estar limpos e perfurados para permitir o escoamento da água.

Figura 67 – Mudas produzidas em diferentes recipientes. A: mudas em saquinhos plásticos. B: muda retirada de tubete. C: mudas em 'vasos plásticos'



Fonte – Angelo, 2019, 2016 e 2014.

5.1.4 Manejo das mudas no viveiro

Durante o período de crescimento das mudas, alguns cuidados devem ser tomados, tais como: rega, adubação, limpeza dos canteiros e recipientes, controle da temperatura e eventuais proteções contra danos em viveiros.

As regas são fundamentais e disponibilizam água para as plantas e, na fase inicial da formação da muda, a água é imprescindível. Viveiros tecnificados costumam contar com sistemas de irrigação automatizados, mas dependendo do volume produzido, a oferta de água pode ser feita manualmente com o auxílio de um regador.

É importante que as mudas sejam regadas pelo menos duas vezes ao dia, sempre no início da manhã e ao final da tarde, evitando os horários mais quentes do dia. Porém, fatores como o tempo no dia (umidade relativa do ar e temperatura) e o tamanho do recipiente podem ser indicativos da necessidade de água. Tubetes menores tendem a perder água mais facilmente em dias quentes. Em dias chuvosos, a necessidade de irrigação pode ser menor, pois o recipiente perde água mais lentamente. É necessário sempre observar a necessidade de água e não deixar que ela falte. O excesso de água (encharcamento) também é prejudicial para as mudas, pois o acúmulo de água pode favorecer o apodrecimento ou a compactação do substrato.

Quanto à aplicação de fertilizantes, não se recomenda aplicar adubos na fase de germinação das sementes. No entanto, durante o período de crescimento, as mudas precisam de suplementação de nutrientes, mas não uma adubação muito pesada na fase logo após a germinação. Segue exemplo de esquema de adubação:

- Adubação de arranque: 1.^a a 3.^a semana após a fase de germinação;
- Adubação de crescimento: após a adubação de arranque;
- Adubação de rustificação.

O viveiro deve ser mantido limpo, livre de plantas infestantes (plantas indesejáveis). A limpeza da área pode ser manual, com auxílio de uma enxada ou de roçadeiras costais. Já a limpeza dos recipientes deve ser manual, com cuidado para não arrancar a muda de interesse. Essa limpeza é importante para evitar a competição por água, luz e nutrientes entre a muda que está sendo produzida e a planta infestante.

O controle da temperatura pode ser realizado com a abertura das laterais da estrutura coberta, pois isso favorece a ventilação e diminui a temperatura no interior da estufa. Em caso de frio extremo e ocorrência de geada, as mudas que se encontram em casas de vegetação (casas de sombra) podem receber uma cobertura extra com plástico.

Os danos ocasionados por organismos vivos (aves, insetos, fungos etc.) interferem no desenvolvimento das mudas e devem ser evitados ou amenizados de diferentes métodos. Roedores e aves podem roubar ou preda as sementes recém-semeadas, por isso, caso seja necessário, os canteiros podem ser cobertos com sombrites e telas.

Entre os insetos, cabe um destaque para as formigas-cortadeiras, que cortam as folhas e afetam a capacidade de fotossíntese das plantas. As formigas têm predileção por tecidos jovens, por isso, dependendo do estágio da muda, um ataque de formiga pode dizimar toda a produção. O principal controle ainda é o químico, por meio de iscas formicidas que podem ser utilizadas em porta-iscas (estruturas para proteção da isca contra umidade que podem ser feitas com garrafas plásticas).

Em caso de propagação de doenças, o manejo da umidade, das plantas infestantes e o controle da temperatura auxiliam na prevenção e propagação de doenças, especialmente causadas por fungos. Caso seja necessário, é possível utilizar fungicidas de acordo com recomendação técnica.



ATENÇÃO

Sequência básica das operações no viveiro

- Obtenção das sementes;
- Quebra de dormência;
- Semeadura;
- Fase de germinação;
- Sombreamento;
- Irrigação;
- Adubação;
- Controle da densidade;
- Rustificação;
- Padronização das mudas.

As práticas na fase de rustificação (Figura 68) envolvem o controle da disponibilidade do regime de água e de adubação. Esses prazos dependem de cada espécie, mas podem ser aplicados em cerca de 15 a 20 dias.

Figura 68 – Mudanças florestais na área de rustificação.



Fonte – Angelo, 2014.

Após o final da fase de rustificação, as mudas deverão ser selecionadas e padronizadas. Por fim, a qualidade das mudas é fundamental nos cultivos florestais e as características desejadas dependem da espécie que foi escolhida.

De maneira geral, deve-se atentar para os seguintes aspectos:

- árvores matrizes de qualidade;
- material genético adequado;
- sementes e/ou mudas de procedência garantida.

Mudas de qualidade devem ter estas características:

- raízes sem ‘enovelamento’ nem ‘pião torto’;
- presença de raízes ‘brancas’;
- substrato não pode estar solto;
- substrato não deve apresentar ‘bolsas’ de ar;
- bom estado de sanidade;
- livre de doenças e pragas;
- tamanho □ 15 a 20 cm de altura;
- folhas com coloração característica da espécie;
- seis a oito pares de folhas;
- distância média de 2 cm entre nós.

Para garantir um bom pegamento no campo, as mudas devem ser rustificadas:

- exposição das mudas a pleno sol por período mínimo de 10 dias;
- diminuição da irrigação.

5.2 ASPECTOS ENVOLVENDO A PRODUÇÃO DE MUDAS PARA A RECUPERAÇÃO DE AMBIENTES

Para programas de restauração florestal, entre os aspectos que devem ser considerados podemos destacar a variabilidade genética das plantas, que está relacionada ao fato de as mudas enfrentarem adversidades no campo como pragas, estiagem, entre outras. Quanto maior a variabilidade genética, maiores as chances de adaptação. Além disso, é importante que sejam produzidas mudas de diferentes grupos ecológicos, tais como espécies pioneiras, secundárias iniciais e tardias e espécies climáticas.

Outro aspecto a ser considerado se refere ao porte das mudas. A maior parte das mudas usadas em plantios de restauração tem porte pequeno, com parte aérea atingindo de 20 a 50 cm. O porte menor permite a produção de grande número de mudas em um espaço menor, economizando recursos como volume de substrato, fertilizantes e água.

Apesar dessas vantagens, as mudas de pequeno porte necessitam de mais cuidados em campo, relacionados principalmente a sua adaptação às condições locais e à competição com plantas invasoras na área. Quanto menor for o porte (Figura 69) dessas mudas, maior será a necessidade de acompanhamento e de emprego de mão de obra e de implementos para efetuar a limpeza, visando garantir sua sobrevivência.

Figura 69 – Muda de pequeno porte (por volta de 35 cm).



Fonte – Angelo, 2016.

Diante dessa situação, mudas de pequeno porte trarão algumas economias em relação ao custo de produção em viveiro, mas estarão associadas a custos maiores de manutenção em campo. A propósito, mudas de pequeno porte que estão em ‘rocambos’ deverão aguardar pelo plantio protegidas do sol excessivo e seguir para o plantio em poucos dias.

Uma alternativa que pode ser viável em algumas situações é a utilização de mudas de porte maior, por exemplo, com 1,0 a 1,5 m de altura, diâmetros maiores de colo, maior massa de sistema radicular e melhor rustificadas.

O custo é um fator limitante quando se pensa em produção de mudas de maior porte (Figura 70). Tais mudas permanecerão muito mais tempo em viveiro, consumindo mais água, ocupando espaços e exigindo cuidados. As embalagens também terão de ser bem maiores, empregando maior quantidade de substrato.

Figura 70 – Muda de porte grande (por volta de 100 cm).



Fonte – Angelo, 2014.

Apesar disso, o porte maior pode ser fundamental para a execução de plantios em áreas que tenham problema de infestação com plantas invasoras, tais como braquiárias e capim-colonião. O porte maior dessas mudas permite uma programação de manutenção menos frequente. Considerando a escassez ou o custo de mão de obra para muitos empreendimentos, elas podem ser uma solução a ser adotada em alguns casos (Figura 71).

Figura 71 – Área infestada por gramíneas.



Fonte – Angelo, 2018.

6 ESTRATÉGIAS E TÉCNICAS EMPREGADAS EM RESTAURAÇÃO

6.1 RESTAURAÇÃO PASSIVA

Normalmente, quando se fala em restauração florestal, a maior parte das pessoas pensa imediatamente em operações de plantio de mudas de árvores. Na prática, existem outros métodos que podem substituir ou ser aplicados em conjunto com os plantios.

Algumas áreas, por serem menos degradadas, podem passar por um processo de restauração por simples abandono e isolamento. Mas, para que isso seja possível, é necessária a existência de regeneração suficiente de espécies nativas, a existência de matrizes, de banco de sementes e a presença de animais dispersores.

Diante deste cenário, o simples ‘abandono’ pode ser suficiente para que uma vegetação volte a ocupar seu espaço, não necessitando da operação de plantio de mudas. Outros fatores podem ser importantes para que essa ‘restauração passiva’ seja efetiva, como a ausência ou redução de espécies exóticas invasoras, a retirada de animais domésticos potencialmente danosos desta área e a diminuição de risco de fogo nesses locais.

6.1.1 Isolamento da área

O simples isolamento de uma área por meio de cercas (Figura 72) e a retirada dos fatores de degradação, como o pisoteio do gado, podem contribuir com a recuperação de uma área por permitir a regeneração espontânea ou induzida no local. No entanto, para que esse abandono dê resultado, precisa existir uma condição mínima de solo, um banco de sementes viáveis ou a proximidade de um remanescente de florestas.

Figura 72 – Área cercada.



Fonte – Angelo, 2014.

6.1.2 Condução da regeneração e desbaste seletivo

A condução da regeneração, como o próprio nome diz, consiste em conduzir a regeneração (Figura 73) espontânea que esteja ocorrendo em dado local. O êxito dessa prática pode ser aumentado se ela for combinada com outras técnicas, como a semeadura direta ou o enriquecimento com mudas.

Figura 73 – Regeneração de capororoca (*Myrsine* sp.).



Fonte – Angelo, 2019.

Algumas áreas apresentam condições ecológicas melhores do que outras, o que pode facilitar o trabalho de restauração. Tais condições podem ser a existência de solo fértil ou não muito degradado, banco de sementes rico, proximidade de capões de floresta ou a presença de animais dispersores.

A condução de regeneração natural pode ser dar em combinação com outros procedimentos, como o desbaste seletivo, ou corte seletivo. Considerando os objetivos da restauração, esse corte seria direcionado às plantas aqui consideradas como exóticas invasoras (Figura 74). Cabe ressaltar que para a remoção dessas espécies em áreas de Reserva Legal e em Áreas de Preservação Permanente se faz necessário solicitar autorização do órgão ambiental, ou seja, pedir licença de corte ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

Figura 74 – Roçada semimecanizada em área de restauração.



Fonte – Angelo, 2005.

6.1.3 Recobrimento de solo com matéria orgânica

A cobertura morta (Figura 75), é uma técnica que consiste em distribuir sobre o solo uma camada de palhas ou outros resíduos vegetais entre as linhas das culturas ou na projeção da copa das plantas. (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

No estado do Paraná existem cultivos agrônômicos que geram resíduos agrícolas, como palhadas e outros materiais. Em algumas situações específicas, esse material pode ser recolhido e depositado em outro sítio, no qual o solo esteja ‘descoberto’.

Figura 75 – Cobertura morta ao redor de espécie nativa cultivada.



Fonte – Angelo, 2018.

O recobrimento desse solo com matéria orgânica pode protegê-lo do excesso de raios solares e do impacto de chuvas e ventos. O solo recoberto com esse material começa a reunir melhores condições para abrigar microrganismos, bem como outros seres vivos benéficos, a exemplo de minhocas e insetos, que colonizam naturalmente o solo, tornando-o mais apto para as espécies nativas.

6.2 MÉTODOS SILVICULTURAIS

Os chamados métodos silviculturais se utilizam de plantio de mudas e são usados principalmente quando a área a ser recuperada encontra-se degradada, não apresentando regeneração natural satisfatória. Este problema ocorre em função de fatores como a inexistência de plantas matrizes nas proximidades, a extinção na região de animais polinizadores e dispersores de frutos e de sementes, a presença de fogo e de animais domésticos. Dessa forma, procura-se acelerar a recuperação da área por meio do plantio de mudas.

Como vimos no capítulo 4, as diferentes espécies arbóreas enquadram-se em diferentes grupos ecológicos. A importância disso é que o comportamento da planta irá variar dependendo do grupo da qual faz parte.

É importante ressaltar que os plantios, por si só, não garantem o sucesso da restauração. Na verdade, são muitas as causas de perdas de mudas em uma atividade de plantio de espécies nativas. Para que os plantios tenham maior chance de êxito, deve-se atentar para alguns cuidados como os mencionados a seguir.

6.2.1 Planejamento e estratégias ligadas ao plantio

Assim como a simples produção de mudas não garantirá que a restauração aconteça, o plantio dessas mudas, se não for acompanhado de muitos cuidados, pode resultar em perdas ou no fracasso total de um plantio destinado a restauração.

Entre os cuidados necessários está o planejamento das operações e o dimensionamento dessas atividades. Nesse sentido, em muitas ocasiões a ação poderá ser mais efetiva se realizada em uma área menor, que pode receber os devidos cuidados por parte do produtor rural. Além disso, deve-se ter em conta a necessidade de manutenção da área até o momento em que as mudas adquirirem porte suficiente para competirem sozinhas no local onde forem implantadas.

Espécies arbóreas, mesmo as consideradas de rápido crescimento, têm dificuldades para competir com gramíneas, precisando do auxílio na forma de manutenção. Nesse caso, serão decisivas atividades como o controle de plantas

competidoras (coroamentos e roçadas), o controle de formigas-cortadeiras ou até mesmo a irrigação em períodos prolongados de estiagem.

O dimensionamento das tarefas e da real capacidade de trabalho também é um fator determinante para o sucesso dessas atividades, da mesma forma que acontece quando consideramos os plantios que geram renda para a propriedade rural.

Portanto, aspectos como a disponibilidade e a qualificação de mão de obra são fatores muito importantes, bem como a disponibilidade de equipamentos e de implementos para a realização das tarefas. O histórico de uso da área também influenciará esse aspecto. Atividades como a pecuária estão associadas a processos de compactação do solo. Esse cenário pode exigir a intervenção de operações adicionais de preparo do solo, visando a garantir o êxito dos plantios.

6.2.2 Fatores importantes a serem considerados na implantação

a) Época da implantação

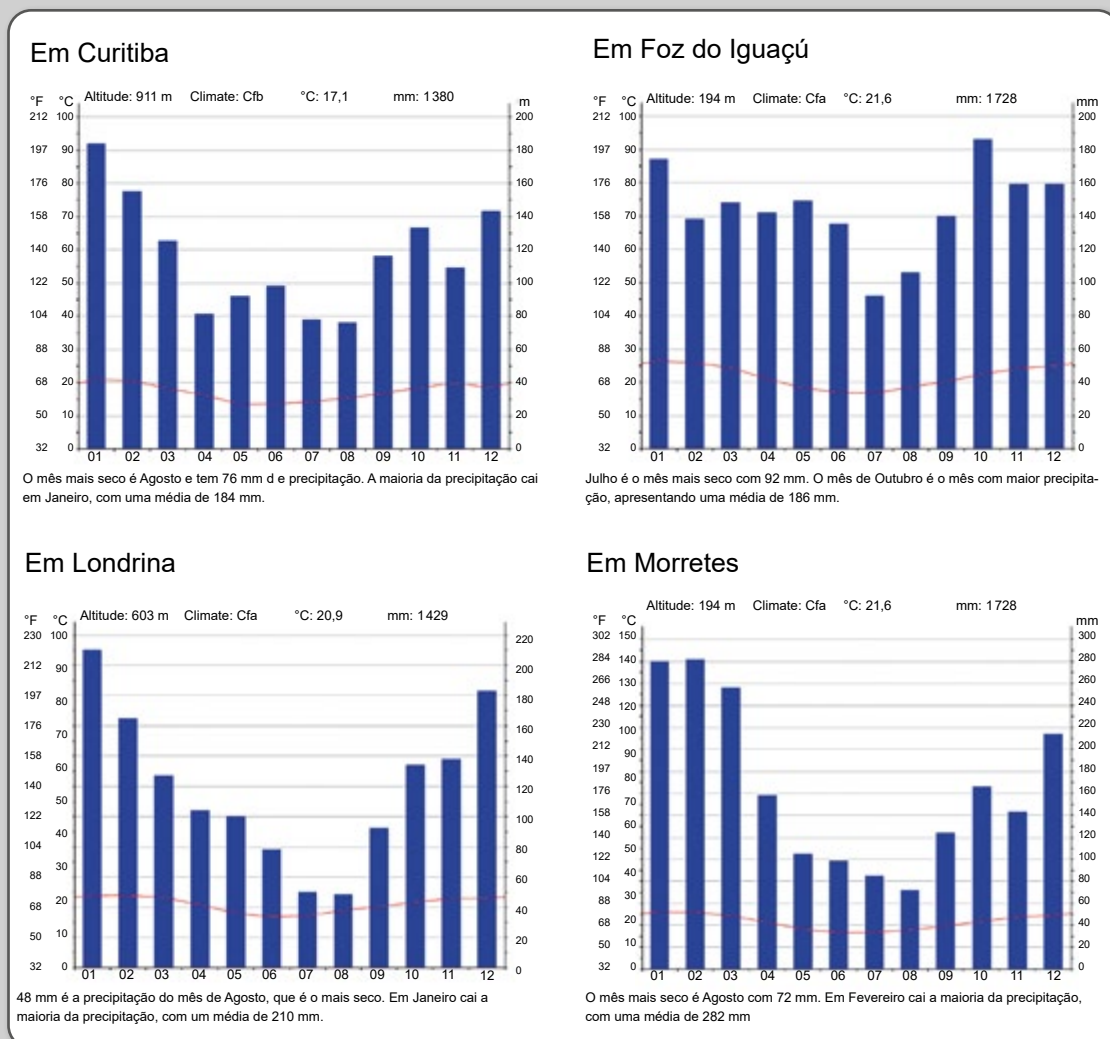
A época da implantação costuma ser um fator decisivo para a maioria das regiões. Aspectos como teor de umidade do solo e temperatura são preponderantes para o sucesso do empreendimento. Em condições de solo seco ou com baixas temperaturas, a sobrevivência das mudas e seu desenvolvimento podem ser muito baixos. A época ideal é o início do período das chuvas, entre primavera e verão, ou, dependendo da região, em um período livre de frio excessivo e de geadas.

As regiões mais frias apresentam como fator restritivo a época de ocorrência de geadas. Nesse caso, os plantios devem acontecer preferencialmente a partir do período do ano normalmente livre dessa ocorrência, o que, dependendo da região, significa a realização de plantios a partir de meados de outubro.

Nessas regiões não se deve atrasar muito a época do plantio. Afinal, as mudas precisam chegar ao campo e ter tempo suficiente de se desenvolver antes do período de inverno do ano seguinte. E quanto menor o porte das mudas, mesmo de espécies nativas, maior sua vulnerabilidade a extremos de temperatura.

Em algumas regiões do estado, como o noroeste, um fator decisivo para a perda de mudas é a ocorrência de secas, ou estiagens. Esses períodos variam conforme a região (Figura 76) e de ano para ano, mas se concentram entre os meses de maio e agosto. Sendo assim, pode ser estratégico aguardar a passagem dessa época para a realização dos plantios em períodos mais chuvosos.

Figura 76 – Exemplos de climogramas de quatro municípios paranaenses com precipitações e temperaturas médias.



Fonte – Climate-data, [s.d.].

b) Definição da área de plantio

Após a definição da área que será trabalhada, deve-se estabelecer o espaçamento entre as mudas. Em seguida, pode-se calcular o número necessário de mudas. Espaçamentos menores irão proporcionar recobrimento mais rápido na área, no entanto exigirão maior número de mudas e maior esforço por ocasião do plantio. Espaçamentos maiores, por sua vez, demandarão menor número de mudas e darão menor trabalho na implantação pela menor quantidade de abertura de covas. No entanto, devido à maior

demora no recobrimento da área, normalmente exigirão maior esforço na manutenção em áreas com plantas invasoras que abafem as mudas.

? VOCÊ SABIA?

Alguns autores vêm substituindo o termo 'cova' por 'berço'. Ambos se referem à abertura feita no solo para o plantio da muda.

c) Escolha da área

A escolha da área levará em conta diferentes aspectos. A legislação florestal apresenta algumas exigências em relação à proximidade de cursos d'água, nascentes e topos de morro, por exemplo. Por serem mais vulneráveis, essas áreas são consideradas prioritárias para restauração. Em todo caso, após o atendimento dos aspectos exigidos pela legislação, as áreas a serem restauradas serão inevitavelmente alocadas nas porções de solos com menor fertilidade de uma propriedade.

d) Escolha de locais para carregadores e aceiros

O local escolhido para os plantios pode ser demarcado por piquetes. Dependendo das características da região, a alocação pode envolver a demarcação de aceiros, que são faixas limpas de vegetação, usadas para prevenir incêndios. Áreas vizinhas à estradas, por exemplo, estão sujeitas a incêndios provocados pelos usuários dessas vias.

e) Controle de pragas

Áreas de restauração podem ser impactadas por insetos e outros organismos causadores de danos. Esses agentes são conceituados 'pragas' e, em muitos casos, exigem iniciativas de controle visando a reduzir o impacto que causam.

Há projetos de restauração realizados em regiões muito alteradas do ponto de vista ecológico, ou seja, em que praticamente não existem mais remanescentes florestais. Esses projetos tendem a ser atacados por tais pragas, que podem encontrar nessas plantas o único recurso alimentar acessível.

Diversos grupos de organismos podem se tornar 'pragas' das plantas cultivadas. Há danos ocasionados, por exemplo, por lagartas desfolhadoras, brocas de madeira, roedores, entre outros. Dentre os organismos causadores de danos, na maior parte das regiões se destacam as chamadas formigas-cortadeiras.

f) Formigas-cortadeiras

As formigas são insetos sociais, vivem em colônias (Figura 77) que podem atingir grandes dimensões e têm elevado potencial de danos, uma vez que cortam as folhas e as usam no cultivo do fungo que serve para sua alimentação.

Figura 77 – Formigueiro de saúva-cabeça-de-vidro em plantio de *Eucalyptus* sp.



Fonte – Souza, 2009.

As formigas-cortadeiras têm grande importância ecológica, pois desempenham papel de recicladoras e transportadoras de matéria orgânica e de revolvedoras de solo, sendo fundamentais na cadeia alimentar de muitas espécies de animais.

Porém, devido ao hábito desfolhador, as formigas-cortadeiras comprometem o sucesso de um plantio, tendo a capacidade de dizimar uma área, sobretudo recém-plantada. Por isso, o controle das formigas-cortadeiras deve ser realizado, sempre que possível, de forma preventiva nas áreas de trabalho.

Dentre as formigas-cortadeiras que causam danos destacam-se as saúvas (*Atta* sp.) e as quenquéns (*Acromyrmex* sp.). De acordo com Lima, Della Lucia e Silva (2001), no Brasil ocorrem 13 espécies do gênero *Atta* e 28 espécies e subespécies de *Acromyrmex*.

As saúvas (*Atta*) diferem das quenquéns (*Acromyrmex*) por serem maiores e terem apenas três pares de espinhos no dorso do tórax, enquanto as quenquéns têm quatro (BOLETIM TÉCNICO, 1996). Além disso, as saúvas fazem ninhos maiores e mais profundos, contendo de dezenas a centenas de câmaras ligadas entre si por meio de galerias.

Na superfície do solo, a característica principal desses ninhos consiste no monte de terra solta, denominado 'murundum'. Nele e em torno dele há aberturas no solo, 'os olheiros'. De alguns destes saem trilhos ou 'carreiros', que são o caminho por onde as operárias transportam o material verde para o interior da colônia. (THOMAS, 1990).

O controle de formigas-cortadeiras em áreas de restauração florestal muitas vezes é necessário, no entanto, quando tal área consiste em uma APP (mata ciliar) existem restrições especialmente quando há necessidade de empregar o controle químico. Na sequência, serão apresentados alguns métodos de controle que, quando utilizados de forma conjunta, resultam no Manejo Integrado de Formigas-cortadeiras.

Controle mecânico

Consiste na retirada dos ninhos por meio de escavações, até que se encontre a rainha e ela seja exterminada. É uma alternativa viável em áreas pequenas para formigueiros jovens, mas inadequada para formigueiros mais antigos. (BOLETIM TÉCNICO, 1996). O controle mecânico inclui, além das práticas de destruição, o uso de barreiras que impeçam o ataque das formigas. Principais métodos de controle mecânico:

- Escavação – escava-se o formigueiro com cortadeira/enxada. Esse método é eficiente para formigueiros recém-fundados e quenquenzeiros.
- Uso de barreiras – implantam-se barreiras como canaletas com água ao redor da planta, garrafas plásticas ou panos com graxa, pneus cortados ao meio colocados na base do tronco da planta, limitador de formigas (produto comercializado), entre outras.
- Utilização de gel adesivo – coloca-se o gel diretamente sobre o fuste da planta, impedindo as formigas de chegarem às folhas. Os métodos de impedimento não matam as formigas, tem apenas o intuito de impedir o ataque. Alguns produtos comerciais incluem princípio repelente.

Controle químico

É feito por meio do uso de agrotóxicos, o que pode ser um fator restritivo em áreas de preservação permanente. Alguns dos métodos de controle químico mais utilizados são o uso de pó seco por meio de polvilhadeiras, recomendado para formigueiros iniciais, e de líquidos termonebulizáveis, que transformam um formicida líquido em 'fumaça' tóxica.

O método mais utilizado, porém, são as iscas formicidas, cuja vantagem reside na não necessidade de localização do o formigueiro. Trata-se da distribuição de iscas granuladas (Figura 78) nas áreas de controle. Em geral, o monitoramento ocorre de

forma sistemática, deixando uma dose (10 gramas) a cada 6 x 4 metros, além de aplicação localizada, próximo a olheiros ou formigueiros, quando identificados durante a aplicação sistemática. Tal distribuição deverá ser realizada dois meses antes do plantio de mudas. Com isso, o trabalho de controle atinge maior efetividade, pois é feito de forma preventiva.

Figura 78 – Exemplo de aplicação de isca formicida em área de silvicultura.



Fonte – Souza, 2008.

Deve-se atentar para as recomendações técnicas dos fabricantes, tanto no que se refere à efetividade de controle quanto ao aspecto de segurança nas operações com produtos tóxicos.

As iscas granuladas têm diferentes formulações e princípios ativos. Normalmente, existem recomendações de número de gramas de produto por metro quadrado como, por exemplo, 100 iscas distribuídas por hectare, dependendo da formulação dessas iscas. A distribuição das iscas é importante, devendo ser colocadas ao lado dos carregadores das formigas.

Uma das formas de dosar a quantidade de gramas de iscas a serem usadas é pela própria medição dos saueiros adultos. Em casos assim, recomenda-se o uso de 10 gramas por m² estimado de formigueiro. Após a operação de controle pré-plantio, eventualmente é necessária uma reaplicação de iscas para garantir o êxito no controle.

ATENÇÃO

- As iscas granuladas são compostas de um substrato fortemente atrativo às formigas, impregnado de um ingrediente ativo tóxico.
- As operárias carregadeiras transportam os grânulos para o interior do saueiro, onde são quebrados em partículas menores para servir de substrato para o fungo. As operárias jardineiras, então, se contaminam com o produto e o fungo para de ser cultivado. Com isso, o saueiro morre de inanição.
- As iscas não devem ser usadas em dias chuvosos nem serem aplicadas sobre o solo molhado, pois se desagregam e as formigas não conseguem carregá-las.
- As iscas não devem ser colocadas sobre o carreiro (e sim próximo dele) nem serem manuseadas sem a utilização de luvas. Se isso acontecer, as iscas podem contaminar o aplicador e as formigas não carregarão as iscas.

Nas operações que envolvem o uso de agrotóxicos é fundamental o uso de EPI – equipamento de proteção individual (Figura 79) para garantir a saúde do trabalhador. Deve-se ainda atentar para a Norma Regulamentadora 31, que tem um capítulo destinado exclusivamente para o trabalho com agrotóxicos.

Figura 79 – Equipamento de Proteção Individual (EPI) para trabalhar com agrotóxicos.



Fonte – Angelo, 2019.

Outros métodos de controle

Além dos métodos tradicionais descritos, outras formas alternativas ao controle químico vêm sendo estudadas para auxiliar no controle de formigas cortadeiras.

Bezerra (2019) estudou o efeito do óleo essencial de *Corymbia citriodora* (eucalipto citriodora) em *Atta laevigata* (saúva-cabeça-de-vidro) em condições de laboratório e verificou a ação tóxica do óleo sobre os indivíduos. Outras espécies

vegetais, como mamona (*Ricinus communis*), gergelim (*Sesamum indicum*), batata-doce (*Ipomea batatas*), fava-branca (*Centrosema brasiliensis*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) também foram estudadas, sobretudo visando à extração e identificação de material tóxico às formigas ou ao seu fungo. (LIMA; DELLA LUCIA; SILVA, 2001).

Rodrigues *et al.* (2009) destacam que algumas espécies de adubação verde, como *Cucurbita moschata* (aboboreira-rasteira), *Sesamum indicum* (gergelim) e *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco) têm potencial para o controle de plantas invasoras e o ataque de formigas em áreas de restauração florestal. Os autores ainda sugerem que essas espécies sejam plantadas nas entrelinhas de plantio ou nos espaços vazios no caso de áreas com regeneração natural.

Araújo *et al.* (2015) descrevem a relação de predação do besouro rola-bosta (*Canthon virens*) a fêmeas aladas de *Atta*. Os besouros exercem o que chamamos de controle biológico nestas áreas.

Ainda podemos citar métodos alternativos empregados por produtores agroecológicos, como o uso de mandioca fermentada, de macerado de cascas de laranja em decomposição ou a distribuição de cascas de laranja em decomposição.

g) Definição do espaçamento de plantio

Nas florestas e em demais formações naturais, o espaço ocupado pelas plantas decorre de sua capacidade de se estabelecer em um local, fazer uso dos recursos como luz, água e nutrientes do solo e competir com outras plantas que disputam o mesmo espaço e os mesmos recursos. Em um ambiente espontâneo, as plantas ocuparão o espaço de maneira não sistemática, desenvolvendo-se nos locais que lhe são propícios, após terem superado as plantas concorrentes e outras adversidades.

Nos plantios, costuma-se definir tais espaços de maneira sistemática para aumentar rendimentos operacionais, seja de mão de obra, seja de equipamentos.

O 'espaçamento' pode ser definido como a distância estabelecida entre os indivíduos cultivados. Essa definição é importante, pois se relaciona com a necessidade desse espaço pelas plantas cultivadas, com os equipamentos e implementos usados, assim como com a quantidade de área exposta que será ocupada por plantas espontâneas.

Algumas espécies, quando adultas, apresentam copas que abrangem muitos metros quadrados de extensão, como o pinheiro-do-paraná. Outras têm porte menor, com copas restritas a poucos metros quadrados, como as embaúbas. Essas diferenças expressivas pressupõem que poderíamos aplicar espaçamentos diferentes nos plantios.

Apesar disso, definem-se espaçamentos padronizados para sistematizar a abertura de covas, a distribuição das mudas e demais operações. Os espaçamentos mais usados em plantios de restauração, de acordo com Ferretti (2002), são: 2,0 m x 2,0 m (2 500 mudas por hectare); 2,5 m x 2,0 m (2 000 mudas por hectare) e 3,0 m x 2,0 m (1 666 mudas por hectare).

É importante mencionar que o espaçamento em um plantio está muito ligado ao recobrimento dessa área, ou seja, à quantidade de área recoberta pelas copas das árvores plantadas, que implica no sombreamento dessa área. O sombreamento irá dificultar o estabelecimento de plantas que necessitam de muita luz do sol e, por outro lado, irá facilitar o estabelecimento de plantas que toleram luz difusa.

ATENÇÃO

Espaçamentos maiores (densidade baixa): quando o espaçamento entre as plantas for maior, o número de plantas por área será menor, e o recobrimento dessa área será mais lento.

Espaçamentos menores (densidade alta): proporciona menor rendimento operacional na etapa de plantio, uma vez que haverá um número maior de covas a serem preparadas em determinada área. Um espaçamento menor exigirá maior número de mudas por área, e o recobrimento dessa área será mais rápido.

Exemplos:

espaçamento 3,0 m x 2,0 m = 1 666 plantas/hectare

espaçamento 2,0 m x 2,0 m = 2 500 plantas/hectare

Em trabalhos de restauração, espaçamentos maiores possibilitam maior rendimento operacional na etapa de plantio, já que teremos menor número de covas e menor número de plantas por hectare. Esses espaçamentos proporcionam maior área para o crescimento desses indivíduos. Por outro lado, haverá mais espaço para plantas espontâneas, incluindo aquelas consideradas indesejáveis na área. Diante dessa circunstância, espaçamentos maiores irão requerer tratos culturais mais frequentes, na medida em que as plantas cultivadas levarão mais tempo para recobrir a área.

Espaçamentos menores permitem maior número de árvores por hectare e mais rápido recobrimento da área. Diante desse cenário, haverá menor frequência de tratos culturais requeridos. Como o espaçamento é menor, haverá uma tendência de sombreamento mais rápido da área, o que dificulta o estabelecimento de plantas invasoras no local. Por outro lado, espaçamentos menores exigirão maior número de mudas por área quando comparados aos espaçamentos maiores. Em alguns casos, esse maior número de plantas pode ser considerado um problema, pela indisponibilidade de mudas para a execução do plantio.

h) Correção de solo

Em qualquer empreendimento que envolva o plantio, a amostragem de solo seguida de análise fornecerá informações muito importantes para saber o estado dos solos do local, seja para plantios voltados à produção econômica, seja para restauração.

O desenvolvimento do sistema radicular é decisivo para o sucesso em qualquer cultivo. A falta de cálcio no solo causa restrições para o estabelecimento das raízes. Por outro lado, o excesso de alumínio pode inibir o desenvolvimento dessas raízes.

Para promover melhorias nessas condições, costuma-se realizar a calagem. Tanto esta quanto a gessagem estão associadas à melhoria das condições químicas nas camadas superficiais desses solos, visando a fornecer cálcio e magnésio para as plantas e reduzir o efeito do alumínio e da acidez.

Os corretivos mais comuns usados na agricultura são constituídos por rochas calcárias moídas, que são empregadas na chamada aplicação de calcário (Figura 80). A quantidade de corretivo deve ser determinada com base na análise química e física do solo.

Figura 80 – Atividade de calagem (aplicação de calcário).



Fonte – Angelo, 2012.

i) **Balizamento + preparação da área + plantio: procedimento manual**

O preparo da área tem como propósito melhorar as condições dos solos no local, revolvendo sua superfície. No caso de plantios em áreas menores normalmente se usam ferramentas manuais, como pás e cavadeiras. A demarcação (Figura 81) do local das covas visa a garantir um espaçamento mais padronizado e pode ser realizada por meio de ferramentas ou ainda com auxílio de cordões marcados com fitas.

Figura 81 – Demarcação de linhas de plantio.



Fonte – Angelo, 2012.

As covas podem ser abertas com uso de pás ou enxadões, sendo recomendada para o bom desenvolvimento inicial das plantas a abertura de covas (Figura 82) com 40 cm de profundidade x 40 cm de largura x 40 cm de comprimento. O ideal é que o plantio seja realizado logo após a abertura das covas.

Figura 82 – Abertura de cova para plantio.



Fonte – Angelo, 2007.

Após a abertura das covas, as mudas devem ser retiradas com cuidado das embalagens (Figura 83), evitando o destorroamento, que pode danificar as raízes, especialmente as mais finas, o que prejudica as plantas.

Figura 83 – Retirada da embalagem para plantio.



Fonte – Angelo, 2007.

A colocação das mudas nas covas deve ser realizada com cuidado, de maneira a não entortar o sistema radicular, não encobrir excessivamente a muda, bem como não deixar exposto o torrão, o que pode causar ressecamento. Entre os cuidados práticos necessários ao enchimento da cova estão o revolvimento do solo e a retirada de plantas indesejáveis (Figura 84).

Figura 84 – Colocação da muda na cova.



Fonte – Angelo, 2007.

Após a realização dos plantios, em dias com ocorrência demasiada de calor ou em épocas com risco de estiagem, torna-se necessária a prática de irrigação das mudas (Figura 85).

Figura 85 – Irrigação manual em plantio de restauração florestal.



Fonte – Angelo, 2012.

Uma alternativa que pode minimizar a perda de água consiste no depósito de matéria seca no solo ao redor das mudas no campo (Figura 86). Esse material diminui o impacto da luz do sol sobre o solo. Isso contribui para a diminuição da temperatura no local, o que está associado à menor perda de água e a uma faixa de temperatura mais favorável para as plantas cultivadas. Ao mesmo tempo, a matéria seca depositada pode ajudar a evitar o crescimento de plantas indesejáveis, que necessitam de muito sol.

Como a operação de irrigação é onerosa, Rodrigues *et al.* (2009) indicam a utilização de hidrogel, que retém a umidade ao redor das mudas por um tempo maior, de forma que sejam menos afetadas em períodos de estiagem. Além disso, a abertura da cova pode ser feita de tal maneira que forme uma 'bacia' ao redor da muda, com intuito de reter água.

Figura 86 – Cobertura morta a ser depositada no solo ao redor das mudas.



Fonte – Angelo, 2018.

j) **Alinhamento + preparação da área: procedimento mecanizado**

Uma atividade que contribui com a organização das operações é o alinhamento da área (Figura 87). Essa operação ajuda a definir o local e a orientação dos plantios. Para seguir o alinhamento, podem, então, serem usadas linhas de orientação. Em outros casos, o balizamento pode ser realizado com o uso de guias auxiliares nos tratores usados para o preparo da área. Conforme o implemento usado no preparo do solo, podem se formar faixas ou linhas que permitirão a orientação posterior de alinhamento.

Figura 87 – Alinhamento mecanizado.



Fonte – Angelo, 2016.

Plantios (Quadro 9) em áreas maiores ou com mais recursos poderão demandar um preparo de solo mecanizado. Diferentes implementos podem ser usados nesse caso, dependendo do tamanho do trabalho, das restrições da área em termos de acesso e declividade e da própria disponibilidade de recursos, implementos ou operadores. Áreas compactadas precisam ser trabalhadas visando reduzir esse problema, aumentando assim as possibilidades de sucesso.

Um conjunto que pode ser usado é subsolador + grades para revolvimento + discos para fragmentação (Figuras 88 e 89). Esse conjunto propicia o revolvimento superficial e o sulcamento na mesma operação. Pode-se contar ainda com implementos dotados de um recipiente para fertilizantes. Com isso, executa-se mais uma operação, que é a aplicação de fertilizantes na área.

Figura 88 – Implemento florestal (subsolador + grade + disco).



Fonte – Angelo, 2013.

Figura 89 – Implemento florestal para preparo do solo.



Fonte – Angelo, 2013.

Em seguida a esse preparo, o plantio pode ser feito de maneira mais fácil com plantadeiras manuais. No caso de áreas que apresentem linhas previamente preparadas com subsoladores, poderão ser usados para o plantio canos com bastões ou plantadeiras florestais (Figura 90). As mudas que serão empregadas nesse caso precisam ter porte compatível com esses equipamentos.

Figura 90 – Plantadeira.



Fonte – Angelo, 2013.

Quadro 9 – Rendimento operacional de atividades ligadas ao plantio.

Atividade	Sistema	Ferramenta / Máquina	Rendimento médio Horas-homem / ha
Abertura de covas para plantio	Manual	Enxada	80
	Semimecanizado	Motocoveador	25
	Mecanizado	Subsolagem da linha de plantio Trator 80 Hp + subsolador florestal	3
Plantio de tubete 50 mL	Em área total	Trator com carretinha para transporte	16
	Adensamento + enriquecimento	Trator com carretinha para transporte	10
	Enriquecimento	Trator com carretinha para transporte	06
Plantio – saquinho 1 L	Em área total	Trator com carretinha para transporte	32
	Adensamento + enriquecimento	Trator com carretinha para transporte	12
	Enriquecimento	Trator com carretinha para transporte	8
Coroamento	Químico (<i>glyphosate</i>)	Pulverizador costal	05
	Manual	Enxada	42

Fonte – Adaptado de Rodrigues *et al.*, 2009.

Empreendimentos que demandam trabalhos em superfícies maiores podem contar com carretas adaptadas para a irrigação, conforme a Figura 91.

Figura 91 – Irrigação realizada por meio de trator.

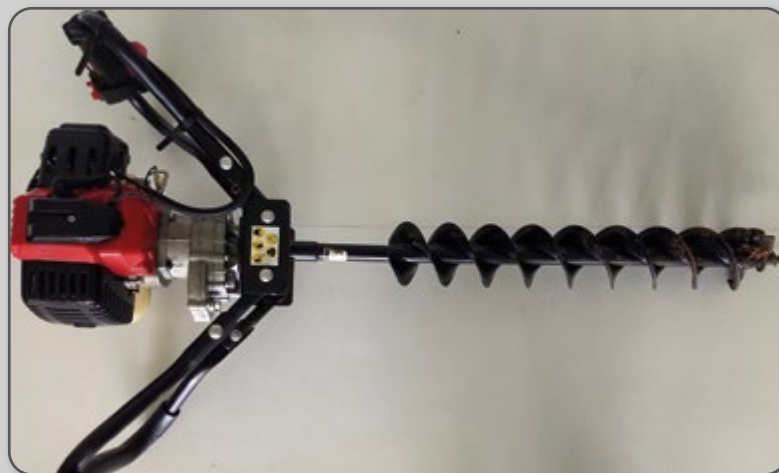
Fonte – Angelo, 2016.

k) Preparo de solo em áreas não mecanizáveis

Quando a área que está sendo trabalhada apresenta declividade é recomendado algum procedimento que permita dispor as mudas em nível. O plantio realizado dessa maneira contribui para impactar menos o solo com erosão.

Em relação à preparação de covas, uma possibilidade intermediária entre o procedimento manual e o mecanizado é por meio do uso de motocoveadores (Figura 92) para o revolvimento do solo no local da cova. Esses dispositivos podem aumentar o rendimento operacional e ser usados em locais declivosos, com restrição de uso para equipamentos maiores.

Figura 92 – Motocoveador.



Fonte – Angelo, 2019.

Em relação à irrigação, uma prática possível é o uso do já mencionado hidrogel, polímero com alta capacidade de retenção de água que pode garantir o fornecimento desta às plantas em condições adversas.

l) Fertilização

Áreas que precisam ser restauradas muitas vezes foram bastante alteradas, com perda não apenas da vegetação que as recobria originalmente, mas também de características desejáveis do solo no local.

Em função disso, algumas medidas são necessárias para aumentar as chances de sucesso de plantios destinados à restauração. Uma dessas práticas pode ser a fertilização. Esse processo é do conhecimento dos produtores rurais, na medida em que precisam realizar adubações nas plantas agrônômicas cultivadas.

Em caso de fertilização de plantas nativas, costuma-se usar formulações mais generalistas. As mais comuns disponibilizadas no comércio são variações da formulação 'NPK', em alguns casos 'NPK + micronutrientes', que podem contribuir com o crescimento inicial dessas plantas.

A adubação (Figura 93) pode ser realizada em 'cobertura', por exemplo, 15 cm ao redor de cada muda. Um exemplo de fórmula para esse caso é o 5-30-10 ou ainda o 6-30-6 (NPK). Em todo caso, procedimentos como correção de solo, adubação em cova ou em cobertura trarão melhores resultados se associados a uma análise de solo dos locais de implantação.

Figura 93 – Tipos de adubos químicos (NPK).



Fonte – Angelo, 2012.

A fertilização pode propiciar um arranque mais vigoroso das plantas, permitindo um estabelecimento mais rápido delas em campo. Esse início deve permitir maior capacidade de competição com outras plantas, podendo reduzir a necessidade de limpezas na área.

m) **Replântio**

Sempre que possível, deve-se evitar a necessidade de replântio, realizando-se, para isso, um plantio de qualidade. Em alguns casos usa-se como critério de realização do replântio situações em que a mortalidade está acima de 10% ou em percentuais menores, mas em situações de 'reboleiras'. O replântio deve ser feito preferencialmente até 30 dias após o plantio, observando-se as condições de umidade do terreno e os mesmos cuidados observados por ocasião do plantio inicial.

n) **Manutenção**

Após o plantio das mudas, diversos cuidados ainda devem ser tomados para assegurar a sobrevivência e o desenvolvimento delas (FERREIRA; CARVALHO, 2002). As ações dependerão dos recursos financeiros, materiais e técnicos disponíveis na área de trabalho.

Dentre esses cuidados, destaca-se a limpeza ao redor das plantas – os chamados coroamentos, que são úteis para o estabelecimento inicial das áreas. Em áreas mais extensas ou mais equipadas, muitas vezes se faz uso de métodos químicos. A aplicação de herbicidas implica em rendimentos operacionais maiores, permitindo maior escala nessas operações.

o) Controle de plantas competidoras

O controle de plantas competidoras é uma atividade muito importante em áreas onde foram colocadas mudas florestais. Essas plantas são ‘espontâneas’, ou seja, acabam crescendo no local com a chegada de suas sementes, trazidas pelo vento ou por animais.

Muitas dessas plantas apresentam capacidade excepcional de colonização, tendo características como precocidade, grande produção de sementes e capacidade de competição.

Um período crítico para a disputa entre as mudas implantadas e as competidoras situa-se nas primeiras semanas da muda no campo. Nessa situação, as mudas apresentam poucas folhas e raízes pequenas, tendo pouca capacidade de competição.

Algumas espécies de árvores têm crescimento mais rápido e maior capacidade para essa competição. Entre elas estão muitas plantas conceituadas como pioneiras, como a bracatinga (Figura 94) ou a crindiúva.

Figura 94 – Bracatinga aos 30 meses de idade.



Fonte – Angelo, 2015.

Por outro lado, plantas de outros grupos ecológicos, como as climácicas, apresentam crescimento bem mais lento e têm muito mais dificuldade para competir com as plantas espontâneas.

Independentemente do método usado, pode-se buscar estratégias mais eficientes de controle da área. Uma das alternativas é a realização de controle nas linhas de plantio e não necessariamente em toda a área. Esse processo pode ser realizado por meio de controle mecânico ou químico. Qualquer uma dessas formas pode ser realizada de forma manual, semimecanizada ou mecanizada.

Controle mecânico de plantas competidoras

Pode ser realizado com os implementos e as ferramentas que estão presentes nas propriedades rurais. A ação deve ser realizada de maneira cuidadosa para que as plantas cultivadas não sejam atingidas.

Uma das formas de controle mecânico é o controle em pré-plantio, que pode se dar nas operações de aração e gradagem, com incorporação da vegetação. Áreas muito declivosas não permitirão essa ação.

Uma forma de controle mecânico em pós-plantio é a aplicação de gradagem na entrelinha. Uma vantagem dessa operação reside na economia de tempo. Por sua vez, uma desvantagem é a necessidade de combinação com outro método para o controle de plantas nas linhas de plantio.

A ação mecânica (Quadro 10) poderá ser feita de diferentes maneiras.

Quadro 10 – Quadro comparativo de rendimento operacional para controle mecânico de gramíneas de porte médio.

Controle	Ferramenta	Rendimento Médio
Manual	Foice	40 horas/homem/hectare
Semimecanizado	Roçadeira costal	20 horas/homem/hectare
Mecanizado	Trator pequeno 50HP/Roçadeira central de transmissão direta	1 hora /máquina/hectare

Fonte – Adaptado de Rodrigues *et al.*, 2009.

- **Controle mecânico manual:** pode ser feito por meio de práticas como arranquio, capinas ou coroamentos com enxadas, além de roçadas com foices. Essas práticas são seletivas e pouco especializadas. Como desvantagem, demandam muita mão de obra (Figura 95).

A roçada é usada quando as árvores não concorrem mais com a vegetação rasteira e precisam apenas ser protegidas do abafamento. Por diminuírem a biomassa, as roçadas podem diminuir o risco de incêndios na área.

O coroamento tem como objetivo a eliminação de plantas indesejáveis ao redor das mudas. É um método acessível, porém, por ser manual, apresenta baixo rendimento operacional. Após receber o coroamento, a muda, pode ter o solo recoberto com cobertura morta (Figura 96)

Figura 95 – Exemplo de coroamento manual em área de silvicultura.



Fonte – Angelo, 2013.

Figura 96 – Espécie florestal nativa recém-coroada com deposição de cobertura morta.



Fonte – Angelo, 2018.

- **Controle mecânico semimecanizado:** pode ser feito com equipamentos como roçadeiras costais, que podem apresentar rendimento em áreas não tão grandes (Figura 97).

Figura 97 – Roçadeira costal em atividade de controle de gramíneas.



Fonte – Angelo, 2017.

- **Controle mecânico mecanizado:** realizado quando são usados implementos para roçada acoplados em tratores. Essa operação naturalmente apresenta rendimento maior do que nos métodos anteriores (Figura 98).

Figura 98 – Controle mecanizado de gramíneas.



Fonte – Angelo, 2016.

Controle químico: uso de herbicidas em restauração

É realizado com o uso de herbicidas, apresentando como vantagens a rapidez, a eficiência e a economia de mão de obra. Como desvantagem, exige conhecimento técnico maior e pode apresentar perigo na aplicação. Esses produtos são subdivididos em diferentes classes, conforme o tipo de sua ação.

Os herbicidas podem apresentar vantagens, como quando aplicados em áreas com solos sujeitos à erosão. Essas áreas podem ser impactadas quando submetidas ao controle mecânico de plantas, expondo ainda mais os solos. Em geral, o controle químico pode ser manual ou mecanizado.

- **Controle químico manual:** é realizado por meio de pulverizadores costais com acionamento manual.
- **Controle químico mecanizado:** uso de produtos químicos distribuídos na área de interesse por meio de tratores equipados com pulverizadores. Tais equipamentos apresentam grande rendimento operacional (Figura 99).

Figura 99 – Trator com implementos para aplicação de herbicida.



Fonte – Angelo, 2011.

O uso de herbicidas em plantios destinados à restauração sempre trará grandes discussões, mas é fato que eles facilitam o controle de plantas competidoras.

Apesar do investimento em produtos e equipamentos, a aplicação de herbicidas pode representar economia em termos de mão de obra e de número de intervenções. Métodos que diminuam a necessidade de mão de obra tendem a ser valorizados, justamente pelo aumento do custo e da escassez desse recurso na maior parte das regiões.

Por outro lado, apesar dessas vantagens, o uso de herbicidas está associado a riscos. Um deles é a contaminação, pois alguns princípios ativos típicos de herbicidas podem causar impactos sobre o banco de sementes do solo. Alguns riscos potenciais são associados ao acúmulo desses produtos em cadeias alimentares.

Outro risco muito importante é representado pela possibilidade de contaminação dos aplicadores desses produtos. Por isso, é fundamental que eles sejam usados com base em prescrições técnicas e com o acompanhamento de profissionais responsáveis. Produtores rurais e aplicadores de herbicidas devem seguir atentamente essas prescrições e utilizar corretamente os equipamentos de proteção individual (EPI) indicados, minimizando assim as chances de contaminação ou intoxicação devido ao contato com esses produtos.

Inovações e outros métodos que podem ser empregados no controle de plantas indesejáveis

- **Uso de plantas de adubação verde:** algumas plantas são reconhecidas como 'plantas adubadoras' por produzirem biomassa em abundância e possibilitarem a incorporação de nutrientes nas áreas em que são cultivadas. Dentre essas plantas podemos citar o feijão-gandú, a mucuna, o nabo forrageiro e a ervilhaca (Figura 100). Tais espécies recobrem o espaço com rapidez e podem ser usadas para exercer controle sobre plantas indesejáveis. Elas propiciam ainda outras vantagens, como a criação de abrigos para grupos de animais que poderão atuar como dispersores de sementes de outras espécies.

Figura 100 – Adubação verde junto a espécies nativas em restauração.



Fonte – Angelo, 2014.

- **Uso de papelão:** existem outras possibilidades quando o objetivo é o controle de plantas competidoras. Uma possibilidade é o uso de papelão ao redor das mudas implantadas. Esse material tem o papel de diminuir a incidência de plantas competidoras, na medida em que impede a chegada da luz ao solo. Ao mesmo tempo, o papelão pode diminuir a temperatura do solo ao redor das mudas (Figura 101).

Figura 101 – Uso de papelão para controle de plantas infestantes.



Fonte – Angelo, 2016.

6.2.3 Arranjos espaciais no plantio

Existem diferentes formas de arranjo de plantio destinadas à restauração. Esses plantios podem ser aleatórios, ou seja, sem obedecer a um critério definido, ou seguindo instruções que se baseiam nas características ecológicas de cada planta.

Árvores e outras plantas têm características diferentes em relação à tolerância ao sol, à necessidade de espaço para crescimento, à perenidade e à perda ou não de folhas em determinados períodos.

Diante dessas características, podem ser feitos plantios prevendo-se espaçamentos diferentes ou, ainda, arranjos diferentes dessas plantas no espaço.

Assim, na dependência do comportamento esperado de cada uma dessas plantas, pode-se escolher sua posição de maneira a garantir um recobrimento mais rápido da área cultivada.

Uma forma de garantir êxito ao plantio é a distribuição, aos proprietários rurais, de *kits* de mudas que reúnem espécies de diferentes grupos ecológicos em uma proporção desejada. Existe uma boa probabilidade de que, ao serem colocadas em campo, essas mudas se distribuam de forma aleatória. Se o lote apresentar uma proporção adequada de mudas de diferentes grupos, a distribuição em campo tende a ser mais adequada.

Plantio ‘aleatório’

Os plantios são aleatórios quando não se consideram os chamados ‘grupos ecológicos’ das espécies usadas no plantio. Há exemplos de plantios aleatórios que tiveram êxito, no entanto, muitas perdas podem ocorrer nesse processo. Uma das causas de mortalidade é a excessiva exposição à luz de uma planta climácica.

As plantas climácicas se adaptam a ambientes com menor quantidade de luz direta, como ocorre no sub-bosque de uma floresta. Quando se coloca uma muda desse tipo de ambiente em um plantio sob luz solar total, ela tem de se adaptar a essa condição e competir com plantas com muito mais capacidade para crescer à luz do sol.

Uma possibilidade de sanar essas perdas é a constituição de ‘*kits* com grupos de espécies’. Usados com sucesso em alguns locais, consistem no agrupamento de espécies de diferentes grupos ecológicos visando garantir maior sobrevivência em campo.

Outra possibilidade de redução de perdas é por meio do uso de embalagens distintas para diferentes grupos ecológicos, como o uso de sacos plásticos com coloração diferente.

Plantio ‘sucessional’

Os plantios que seguem o ‘modelo sucessional’ levam em consideração os distintos grupos ecológicos e podem variar em relação à disposição das plantas no campo. Na prática, em muitas situações se deve escolher o modelo que seja de mais fácil aplicação na propriedade rural.

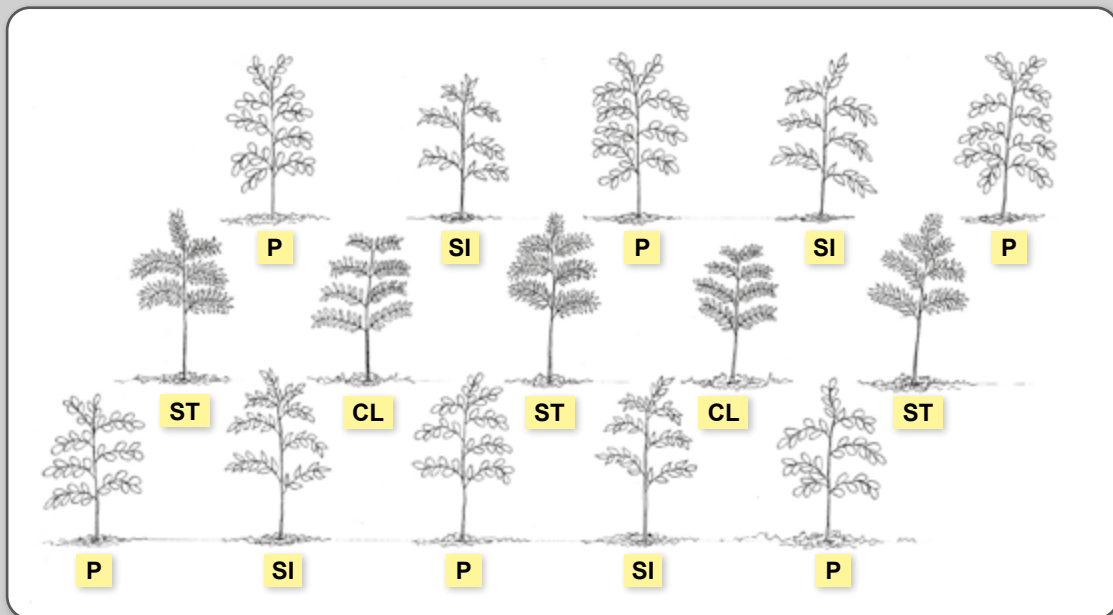
Com base nesses grupos, o plantio sucessional pode ser organizado com base em diferentes arranjos em campo. Muitas vezes se agrupam as plantas de crescimento mais rápido, como as pioneiras e as secundárias iniciais, chamando-as de ‘grupo de preenchimento’.

Por apresentarem crescimento mais acelerado, tais plantas preenchem mais rapidamente o espaço, criando sombra que dará melhores condições de crescimento para outras plantas no futuro. Soares *et al.* (2016) recomendam que na implantação de povoamentos para reconstituição de matas ciliares não sejam utilizadas apenas espécies pioneiras e sugerem a proporção de 50% de espécies pioneiras e 50% de não pioneiras.

O outro grupo é chamado, em alguns casos, de 'grupo de diversidade', reunindo plantas secundárias tardias e climácicas, ou seja, plantas que têm crescimento mais lento, mas maior longevidade na floresta, permanecendo na área por muitos e muitos anos.

- **Modelo com alternância de grupos entre linhas:** alternam-se plantas de diferentes grupos entre linhas, ou seja, uma delas com grupos de preenchimento e outra com grupos de diversidade (Figura 102).

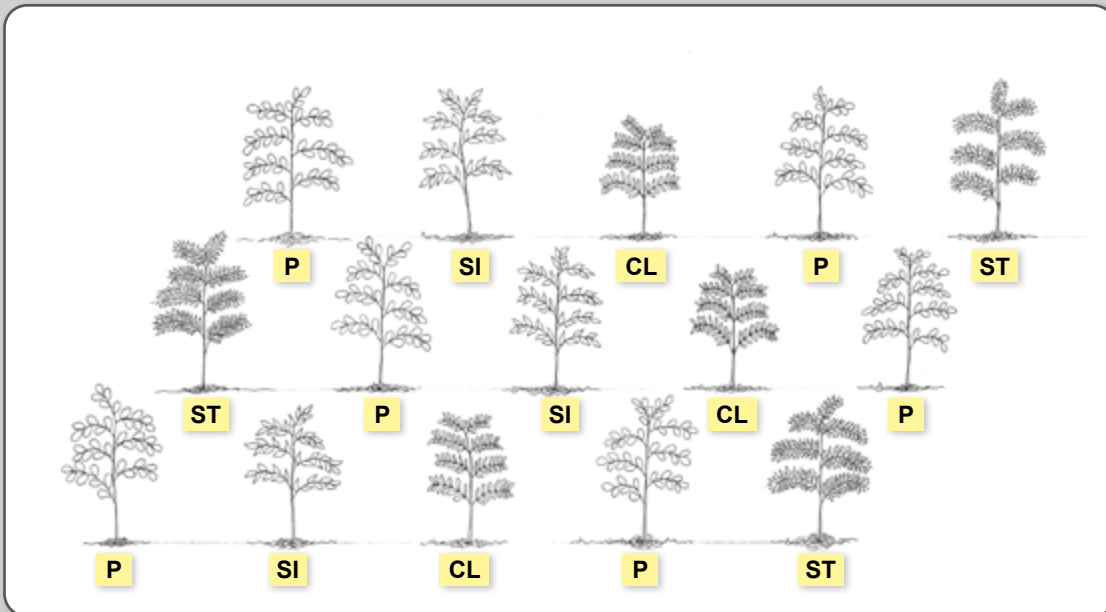
Figura 102 – Modelo de plantio com alternância de grupos entre linhas: P (Pioneiras), SI (Secundárias Iniciais), ST (Secundárias Tardias) e C (Climácicas).



Fonte – Rios, 2019.

- **Modelo com alternância de grupos nas linhas:** neste caso, pode-se alternar os grupos anteriores nas linhas. Com isso tem-se em uma mesma linha o benefício de plantas que crescem mais rapidamente junto a plantas que são mais longevas (Figura 103).

Figura 103 – Modelo de plantio com alternância de grupos nas linhas. P (Pioneiras), SI (Secundárias Iniciais), ST (Secundárias Tardias), C (Climácicas).



Fonte – Rios, 2019.

Plantio simultâneo

Nesse tipo de plantio, as plantas dos grupos de preenchimento e de diversidade são implantadas ao mesmo tempo. A vantagem desse procedimento é a realização do plantio em apenas uma operação. Uma desvantagem é que serão colocadas em campo plantas climácicas, que terão mais dificuldades de competir com gramíneas. Sendo assim, precisarão de mais operações de manutenção até que consigam se estabelecer.

Plantio 'sequencial'

Nesse caso, o plantio é realizado em mais de uma etapa. Por exemplo, podem ser implantadas na área plantas do grupo de preenchimento e, depois de um ano, por exemplo, plantas do grupo de diversidade. Esse modelo implica uma intervenção a mais, o que nem sempre será possível.

Esse modelo pode ser interessante por conta da entrada de plantas climácicas na área em condições de maior sombreamento, o que pode favorecer sua sobrevivência e seu estabelecimento.

Dependendo da região, o plantio do grupo de preenchimento pode ser suficiente para o restabelecimento da floresta. Em algumas áreas com abundância de animais dispersores e plantas matrizes, a colocação de plantas pioneiras e secundárias iniciais poderá criar as condições ideais para a reocupação da área pelas outras espécies da floresta.

Plantio em módulos ou talhões facilitadores

Os talhões facilitadores são plantios mistos planejados para facilitar a sucessão desde o começo e de forma duradoura, pela associação de dois princípios obrigatórios: dinâmica das copas e nucleação. Um talhão facilitador deve cobrir rapidamente o terreno e atrair dispersores de sementes. (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006).

Assim, o plantio em módulos ou talhões deve ser constituído de pequenos grupos de plantas que serão implantados em área parcial, não sendo o plantio realizado em toda a superfície. Esse procedimento pode ser útil em situações que envolvem a indisponibilidade de mudas ou a escassez de mão de obra necessária para a manutenção do local.

Um exemplo é quando a área a ser recuperada se encontra ocupada por plantas agressivas, como capim-colonião (*Panicum maximum*) e braquiárias (*Urochloa* spp.) (Figura 104).

Figura 104 – Infestação de gramíneas competidoras em área de restauração.

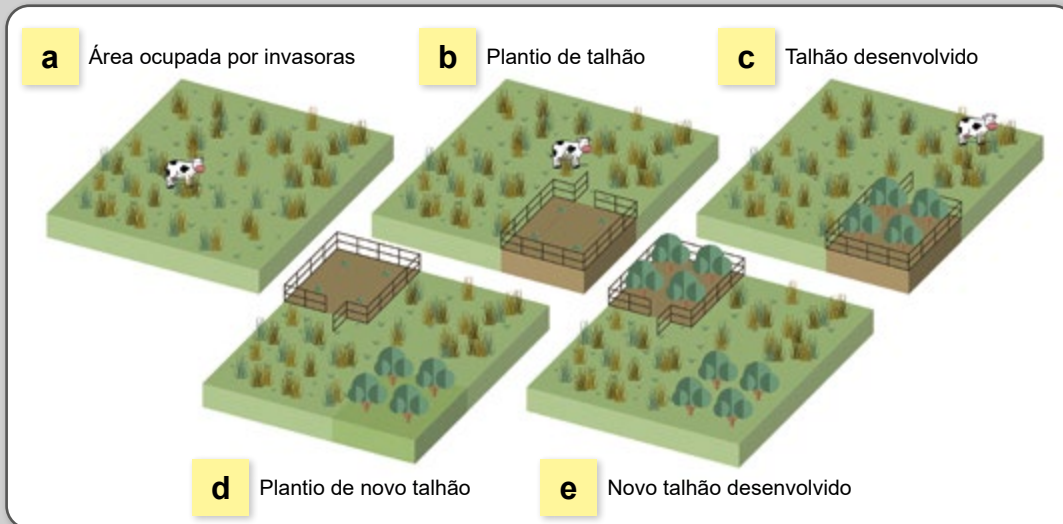


Fonte – Angelo, 2005.

Nessas circunstâncias, existe a necessidade de roçada na área. Por razões diversas, em alguns casos não será possível a limpeza total do local. Nesse caso, o estabelecimento de módulos pode ser uma alternativa interessante. Os primeiros módulos ou talhões podem receber manutenção que garanta seu estabelecimento.

Quando esses módulos (Figura 105) alcançarem determinado porte, vencendo a competição com plantas espontâneas, pode-se expandir a ação para outros módulos. A partir desse momento podem ser implantados novos talhões, completando o trabalho na área.

Figura 105 – Plantio em módulos ou talhões facilitadores.



Fonte – Spolador, 2019 (adaptado de Angelo, 2007).

Adensamento e enriquecimento de capoeiras e capões

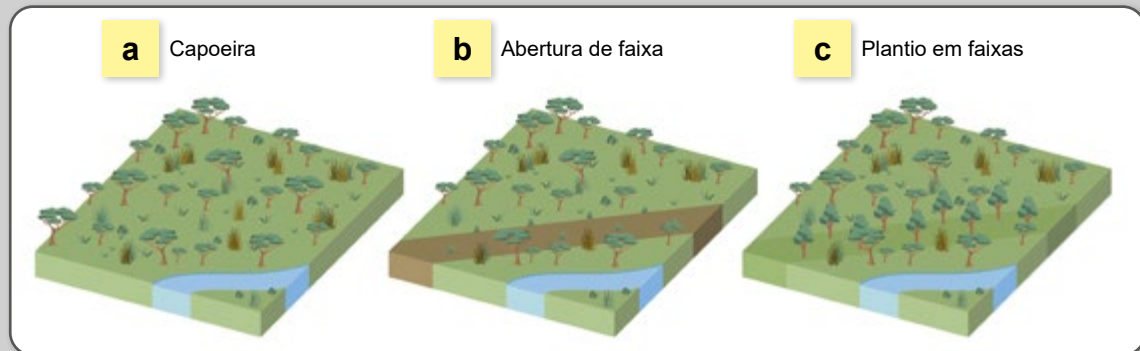
Algumas áreas não contam com uma floresta estabelecida, mas apresentam uma regeneração inicial, que muitas vezes chega a constituir uma capoeira ou capoeirinha. Em áreas assim, o processo de restabelecimento da vegetação pode ser acelerado por meio da entrada de mudas ou sementes de outras espécies que ainda não estejam presentes na área.

Deve-se levar em consideração a escolha de espécies que aceitem as condições desses locais, como o sombreamento. Muitas espécies nativas deixaram de compor esses remanescentes por terem madeira de qualidade, sofrendo intenso corte seletivo no passado.

Outras espécies podem ter sido suprimidas pela inexistência de sítios adequados de crescimento ou ainda por terem uma reprodução mais vagarosa ou prejudicada pela ausência de animais dispersores de suas sementes.

O enriquecimento dessas áreas pode ser realizado com a abertura de clareiras, linhas ou faixas, permitindo assim o estabelecimento inicial dessas plantas. Essas faixas (Figura 106) abertas tendem a exigir manutenção menor, uma vez que recebem menor quantidade de luz.

Figura 106 – Plantio em faixas.



Fonte – Spolador, 2019 (adaptado de Angelo, 2007).

Esse processo pode receber diferentes nomes. Quando aumentamos o número de indivíduos de uma espécie já presente na área, podemos chamar esse esforço de adensamento. Por outro lado, quando acrescentamos espécies ao local, podemos chamar esse trabalho de um enriquecimento.

6.2.4 Critérios para a escolha de espécies a serem usadas na restauração

A escolha de espécies a serem usadas na restauração de uma área dependerá de vários fatores. Dentre eles, podemos citar a fitogeografia, a sucessão da vegetação, a profundidade do solo e do lençol freático, a textura do solo, o clima da região e a disponibilidade de sementes e mudas.

- **Fitogeografia:** é fundamental o uso de espécies que pertençam aos tipos de vegetação nativa da região.
- **Sucessão da vegetação:** as espécies que serão escolhidas precisam ser adequadas em relação à sucessão dessa área, ou seja, se temos uma área aberta, uma capoeirinha ou mesmo um capão.
- **Condições de profundidade do solo do local:** as espécies variam em suas exigências e adaptações aos diferentes solos. Algumas são tolerantes a solos mais rasos, enquanto outras não.
- **Profundidade de lençol freático e possibilidade de alagamento:** as plantas variam muito em relação à tolerância a essas condições. Algumas têm boa adaptação a áreas sujeitas a alagamento, outras são muito sensíveis.
- **Textura do solo:** essa característica se refere à proporção de areia, silte e argila no local. Algumas espécies se adaptam bem a solos mais arenosos, ao passo que outras, a solos mais argilosos. Solos mais arenosos irão drenar água com mais rapidez quando comparados aos argilosos.

- **Clima da região:** algumas regiões apresentam condições climáticas extremas, que podem causar muitas perdas em espécies mais sensíveis. Fenômenos como geadas ou estiagens prolongadas podem causar impactos até mesmo em espécies nativas.
- **Disponibilidade de sementes e mudas:** algumas espécies apresentam maior facilidade em termos de coleta e beneficiamento de sementes, facilitando a produção de suas mudas. Essas espécies tendem a estar presentes na maior parte dos viveiros. No entanto, na medida do possível, devem ser acrescentadas a elas espécies mais 'raras', que são desconhecidas de parte do público, mas que podem ser muito úteis na restauração da área.

7 NUCLEAÇÃO E OUTRAS TÉCNICAS QUE PODEM SER USADAS NA RESTAURAÇÃO

7.1 IMPORTÂNCIA E SIGNIFICADO DE NUCLEAÇÃO

A restauração ecológica é uma atividade intencional que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema em relação a sua saúde, integridade e sustentabilidade. (SER, 2004). A restauração ecológica busca restabelecer a funcionalidade de um dado ecossistema.

A maior parte dos trabalhos de recuperação envolve o plantio (Figura 107) de espécies de hábito arbóreo. Tais trabalhos representam a maioria dos esforços realizados até agora com a intenção de recuperar áreas. No entanto, muitos problemas têm sido evidenciados nessas práticas devido à desconsideração de conhecimentos ecológicos, tais como o processo de sucessão natural.

Figura 107 – Plantio com espécies nativas.



Fonte – Angelo, 2019.

Muitos plantios são iniciados com a colocação de espécies inaptas para determinados ambientes, como é o caso daquelas que necessitam de sombreamento nos estágios iniciais de desenvolvimento. Isso obviamente ocasionará perdas econômicas e de tempo, prejudicando os propósitos da recuperação.

Em outras circunstâncias, a inadequação de estratégias conduzirá à necessidade de manutenções frequentes, aumentando custos ou mesmo inviabilizando as atividades.

Esse contexto tornou evidente a demanda de informações para que os plantios sejam realizados de maneira mais criteriosa, observando não apenas o caráter sucessional das plantas, como também a inserção delas em sítios adequados, ou seja, chamando a atenção para a necessidade de reconhecimento de solos nas áreas de trabalho.

Outra abordagem para essa questão tem sido dada pelo que se denomina 'nucleação', conforme Yarranton e Morrison (1974) e enfatizado por Reis, Zambonini e Nakazono (1999) em diversos trabalhos.

De acordo com Yarranton e Morrison (1974), a nucleação é definida como uma forma de sucessão em que a colonização de uma espécie pioneira em uma área sem vegetação provoca transformações no ambiente de forma a propiciar condições para uma primeira comunidade natural, ou seja, facilita a chegada de outras plantas, outros animais e microrganismos.

Esse conceito está associado ao de sucessão ecológica (BUDOWSKI, 1965; REIS *et al.*, 2007), evidenciando sua importância como fundamento para a tomada de decisões envolvendo as atividades de restauração.

? VOCÊ SABIA?

Sucessão ecológica = ocorre quando uma comunidade preexistente é removida por uma perturbação natural (queda de árvore) ou antrópica (desmatamento). A sucessão é a sequência de comunidades vegetais, animais e microrganismos que sucessivamente vão ocupando uma área ao longo do tempo, ocasionando mudanças nas condições físicas do meio ambiente.

Um aspecto de destaque em relação à nucleação reside na aptidão que algumas espécies terão, ou não, a alguns ambientes. Espécies colonizadoras de áreas têm características favoráveis para esse momento, que envolve maior tolerância a altas temperaturas e solos mais rasos. Quando são colocadas espécies inadequadas no local, estas sofrem muito devido à competição com outras plantas mais capacitadas para colonizar uma área nesse momento.

Com base no conceito de nucleação, surgiram diferentes técnicas, tal como a transposição de serapilheira (Figura 108) (REIS *et al.*, 2003), a instalação de poleiros, a coleta de 'chuva de sementes' (REIS *et al.*, 2007), a transposição de galharia (REIS *et al.*, 2003), entre outros procedimentos.

Figura 108 – Germinação de sementes proveniente de transposição de serapilheira depositada em viveiro.



Fonte – Angelo, 2006.

A nucleação tem o intuito de promover interações interespecíficas por meio de técnicas que têm em comum dois aspectos positivos: 1. São procedimentos ecológicos e de baixo custo, pois utilizam materiais de fácil acesso, que podem ser obtidos na área de trabalho ou mesmo próximo a esta; 2. Essas técnicas podem ser aplicadas em pequenas áreas, tal como em propriedades menores. Esse grupo de diferentes técnicas poderá, ainda, ser empregado de maneira conjunta, dependendo do contexto.

A vantagem advinda dessa combinação é que diferentes métodos costumam trazer grupos de espécies distintos para a área, beneficiando o trabalho de restauração com maior diversidade de espécies. Como enfatizam Reis *et al.* (2010), a nucleação se baseia na formação de pequenos núcleos de vegetação em uma área degradada, visando promover a conectividade da paisagem e o restabelecimento dos fluxos biológicos.

Os ambientes naturais normalmente são formados por várias espécies de plantas, de diferentes tamanhos e não apenas árvores, bem como por várias espécies de animais. Um dos fatores de sucesso ou fracasso em um trabalho de recuperação é o restabelecimento de processos ecológicos envolvendo plantas e animais.

Os procedimentos de nucleação tornarão a atividade de recuperação mais funcional, devido ao restabelecimento desses processos ecológicos.

Quando se pensa em restauração, mais importante do que o estabelecimento de linhas (formas), muitas vezes é o resgate de processos ecológicos, como a interação entre espécies de plantas e a interação entre plantas e animais que envolvem

processos como a dispersão (Figura 109) e a polinização (Figura 110). Abelhas nativas (Meliponinae), além de produzirem uma alternativa alimentar e de renda, desempenham um papel importantíssimo nas florestas. Elas podem ser mantidas na propriedade por meio da instalação de colônias em caixas de madeira (Figura 111).

Figura 109 – Pássaros frugívoros são importantes na restauração de uma área.



Fonte – Angelo, 2017.

Figura 110 – Abelhas nativas (Meliponinae) são fundamentais para o cruzamento de muitas espécies naturais do Brasil.



Fonte – Angelo, 2007.

Figura 111 – Colônias de abelhas nativas (Meliponinae) em caixas de madeira.



Fonte – Angelo, 2011.

VOCÊ SABIA?

As interações animal-planta compõem as relações de teia alimentar, polinização, dispersão de sementes e ciclagem de nutrientes (efetuada por animais detritívoros e saprófitos). Além disso, os animais podem preda sementes e desacelerar os processos de sucessão.

Nas áreas de trabalho de restauração é necessária a presença de um conjunto de espécies, tanto de plantas como de animais. Todas elas constituem uma grande complexidade de espécies e de interações, que normalmente caracterizam os ambientes naturais.

Caso uma área em restauração não resgate pelo menos uma parte dessa complexidade, não haverá funcionalidade nessa região de trabalho, que está relacionada à capacidade das espécies de se estabelecerem na área, completarem seu ciclo de vida e se reproduzirem.

A falta de funcionalidade poderá significar menor diversidade na área, menor riqueza de relações entre espécies, maiores perdas de mudas e necessidade de maior número de intervenções na área, tornando o processo mais caro.

Por outro lado, as técnicas chamadas de nucleação, aplicadas em caráter normalmente não extensivo, ou seja, em pequenas áreas, costumam ser mais viáveis em termos financeiros, pois os principais fatores que viabilizam a recuperação são as próprias espécies e dinâmicas do ambiente. As técnicas consistem, então, em procedimentos com vistas a oportunizar e dinamizar esses processos naturais.

7.1.1 Transposição de serapilheira

A 'serapilheira' é a camada que se deposita no solo das florestas e demais formações. Inkotte *et al.* (2015) ressaltam que a serapilheira constitui o material vegetal depositado ao solo pelas árvores, como folhas, ramos e miscelânea – que compreende as estruturas reprodutivas, como flores, sementes e frutos.

Esse material que se acumula no solo inclui, naturalmente, sementes de diversas espécies vegetais e de vários tamanhos; materiais de origem animal, como excrementos, animais vivos e mortos; além de microrganismos como fungos e outros, que podem ajudar algumas plantas a crescerem, pois apresentam simbiose.

VOCÊ SABIA?

Simbiose = associação benéfica entre organismos.
Por exemplo: raízes de plantas e microrganismos.

Uma vantagem importante relacionada à serapilheira é que muitas sementes presentes no local podem já ter passado pelo trato digestivo de animais. Após essa passagem, algumas sementes têm a dormência superada, fazendo com que germinem com maior eficiência.

Por recobrir o solo, a serapilheira pode ainda exercer o papel de amenizadora de variações de temperatura e protetora desse solo em relação à ação de chuvas e enxurradas. Essa amenização pode criar condições favoráveis para o desenvolvimento de plantas e de organismos da fauna nele contidas.

De acordo com Martins (2001), a serapilheira atua como um sistema de admissão e saída, recebendo entradas via vegetação e, por sua vez, decompondo-se e suprindo o solo e as raízes com nutrientes e matéria orgânica. Esse processo adquire importância na restauração da fertilidade do solo nas áreas em início de sucessão ecológica.

Áreas alteradas por ação humana acabam tendo suas características comprometidas em termos de resiliência. (SILVA, 2003). Isso significa que essas superfícies não apresentam diversidade adequada de espécies para impulsionar o restabelecimento da vegetação. Por exemplo, áreas alteradas por pastagens muitas vezes se tornam compactadas, tal como mencionado por Uhl *et al.* (1991).

Além dessa função, a serapilheira protege a superfície do solo dos raios solares mantendo a umidade, o que, por consequência, cria condições favoráveis para o desenvolvimento das plantas e da fauna nele contidas, sendo ideal para ser empregada na revegetação de áreas degradadas.

A técnica de transposição de serapilheira pode fornecer um grande enriquecimento florístico e faunístico ao ambiente a ser recuperado. Como justificativa para seu uso, Martins (2001) menciona que a ausência ou a baixa densidade de sementes de espécies não pioneiras na chuva de sementes significa que essas espécies terão dificuldades de regeneração na área em recuperação. Sendo assim, a transposição pode contribuir com a diversidade de espécies na área.

Nesse contexto, Silva *et al.* (2015) avaliaram o efeito da transposição de serapilheira na semeadura direta e constataram que a transposição da serapilheira enriquece o sítio a ser restaurado com outras espécies arbustivo-arbóreas, além das utilizadas na semeadura direta. Além disso, pode propiciar aumento da fertilidade do solo superficial e ciclagem de nutrientes no sistema.

Para que essa transposição seja possível, é necessária a identificação de um local onde exista, por exemplo, um capão de floresta no qual seja possível realizar o recolhimento de uma parte desse material do solo (Figura 112).

Figura 112 – Sequência operacional de transposição de serapilheira.



Fonte – Angelo, 2006 a 2008.

A coleta de serapilheira quase sempre consistirá em uma prática não extensiva, se feita em pequena quantidade. Se não tivermos atenção a esse aspecto, poderemos levar alguns benefícios para uma nova área, causando, no entanto, problemas em outra. Por isso, é preciso atentar para os danos causados nas áreas de retirada. Uma das formas de minimizar o impacto nestas áreas é por meio da remoção de serapilheira em pequenas quantidades. Outra forma, é praticar a retirada de forma cuidadosa, procurando não gerar maiores impactos à área.

Uma observação que se faz necessária é sobre a realização da coleta, assim como a deposição do material em campo. Eles devem ser realizados em dias e horários com temperaturas mais amenas e, se possível, em dias com possibilidade de chuvas. Tal aspecto é importante em função da criação de condições favoráveis para a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas de muitas espécies.

A operação relacionada à transposição da serapilheira consistirá normalmente na sua coleta em locais onde haja disponibilidade, tal como remanescentes florestais. Após coletado, esse material deverá ser transportado e depositado nas áreas que se deseja restaurar, pois ele contribui com a restauração ao introduzir novas espécies no local.

7.1.2 Instalação de poleiros

Diversos grupos de animais têm o hábito de pousar sobre determinadas superfícies, como poleiros. Isso está relacionado a seu comportamento de repouso, assim como às atividades de alimentação, demarcação de território, acasalamento, entre outras.

Nesse processo, tais animais costumam defecar e, dessa forma, podem depositar sementes de novas espécies de plantas, o que poderá enriquecer a área. Alguns desses animais têm voo consideravelmente longo. Com isso, podem trazer propágulos de regiões mais distantes. Esse processo é muito valioso para a recuperação de uma área.

Existem diferentes tipos de poleiros, como os denominados 'poleiros secos' ou 'poleiros vivos'. Para a confecção deles podem ser empregados materiais bastante simples, tais como bambu (Figura 113), taquaras, galhos, entre outros. Podem ser colocados ainda outros tipos de materiais, como cordões, cordas e outros que cumprirão com a mesma função.

Figura 113 – Poleiro feito com bambu.



Fonte – Angelo, 2007.

Os poleiros artificiais são aqueles construídos pelo ser humano. De maneira geral, têm constituição simples, podendo ser confeccionados, na maior parte dos lugares, com ramos ou bambus, que são cortados e algumas vezes entrelaçados para dar maior resistência ao artefato. Junto a esses poleiros podem ser colocadas sementes ou mudas de plantas como as da espécie *Piper gaudichaudianum*, para atração de morcegos (Figura 114).

Figura 114 – Exemplar de piperácea.



Fonte – Angelo, 2019.

Os poleiros vivos também podem ser chamados de naturais e estão presentes em árvores, arbustos e cipós existentes no local. Essas estruturas são fundamentais para que vários exemplares da fauna frequentem a área, trazendo propágulos de outros locais e exercendo funções ecológicas.

Existem muitos trabalhos que estudam a funcionalidade ambiental desses poleiros, sejam eles artificiais ou não, como de Espindola *et al.* (2003), Cortines *et al.* (2005), Assunção (2006) e Santos *et al.* (2007).

Diante do que foi exposto, a finalidade dos poleiros, então, é estimular ou permitir o pouso de pássaros, morcegos e outros animais que muitas vezes podem trazer sementes e frutos de outras espécies de planta para essa área.

Animais diferentes apresentam, é claro, hábitos distintos, fazendo com que poleiros de diferentes alturas, espessuras e distanciamentos entre si atraiam diferentes espécies. Outra característica é a localização desses poleiros na paisagem.

O posicionamento do poleiro pode ser importante, por exemplo, quanto à maior ou menor proximidade em relação a fragmentos de vegetação. Nesse sentido, algumas espécies podem apresentar hábitos mais arredios, ocupando espontaneamente apenas poleiros mais próximos aos fragmentos. Dias, Umetsu e Breier (2014) verificaram que o uso de poleiros artificiais foi eficiente no incremento do aporte de sementes florestais zoocóricas em áreas de pastagem abandonada, quando instalados próximos à fonte de sementes.

Uma forma adicional de favorecer as condições para os animais presentes na área é a instalação de poleiros associados a ninhos artificiais (Figura 115), que podem ser constituídos de madeira ou com base em frutos como porongos, nos quais se faz uma abertura para o acesso dos pássaros. Esses ninhos costumam ser ocupados por aves que, no processo de reprodução, ao transitar incessantemente no local, transportam novos propágulos na área. Além disso, Bento (2018) ressalta que caixas-ninho, para vertebrados de forma geral (aves, mamíferos, anfíbios, entre outros), visando ao enriquecimento ambiental, vêm sendo utilizadas com sucesso, em especial em florestas de regiões temperadas.

Figura 115 – Caixa-ninho confeccionada com porongo.



Fonte – Angelo, 2016.

Tanto poleiros como estruturas para ninhos são acessíveis, fáceis de serem improvisados e, como foi dito anteriormente, trazem benefícios para uma área em restauração ao ampliarem a permanência de animais na região. Esses animais podem contribuir trazendo sementes de novas espécies para o local.

7.1.3 Semeadura direta

Essa prática consiste no uso de sementes visando à recuperação da área. Ela pode ser usada quando existe disponibilidade de sementes em abundância e/ou quando não existe disponibilidade de mudas ou a quantidade destas é pequena ou insuficiente para o local (Figura 116).

Figura 116 – Semeadura direta como alternativa em restauração.



Fonte – Angelo, 2007.

Deve-se atentar para o aspecto da classificação ecológica das espécies, assim como no caso da escolha das mudas. Dessa forma, sementes de espécies 'pioneiras' devem ser colocadas preferencialmente em locais com disponibilidade de luz, enquanto sementes de espécies não pioneiras devem ser colocadas preferencialmente em locais com maior sombreamento.

A coleta de sementes pode ser realizada na própria árvore, como em vagens de espécies da família das leguminosas. Outra maneira é a realização da coleta de sementes caídas no próprio solo ou em vagens e outros frutos caídos nesse solo. As sementes coletadas poderão, então, ser levadas para uma área em que se deseja a recolonização por plantas.

7.1.4 Coleta de chuva de sementes

Um procedimento que poderá contribuir com a diversificação de espécies em trabalhos de recuperação é a chamada coleta de 'chuva de sementes'. De acordo com Perini (2016), essa técnica contribui para a dinâmica florestal participando diretamente no recrutamento de novos indivíduos e nos padrões sucessionais.

Assim, a coleta de chuva de sementes consiste na colocação de recipientes, por exemplo, telas, malhas finas ou lonas, sob a copa de árvores que tenham uma especial capacidade de atração de aves (Figura 117).

Figura 117 – Coletor de serapilheira.



Fonte – Angelo, 2011.

Essas árvores com frutos ou sementes atrativas são muitas vezes denominadas de bagueiras. Aves e outros animais realizam intensa atividade em suas copas e essa visita frequente contribui com a coleta de sementes de várias espécies de plantas trazidas por esses animais.

Um aspecto relevante dessa técnica é a possibilidade de obter sementes de espécies que talvez não sejam comumente cultivadas em viveiros, entre elas as que são naturalmente raras na paisagem ou ainda aquelas que apresentam dificuldades ou desconhecimento em relação à quebra de dormência de suas sementes.

A quebra de dormência poderá ter sido realizada por meio do processo digestivo das aves e dos animais que frequentam o local. Isso contribui com o processo de diversificação de espécies na área.

Após a coleta das sementes depositadas sobre as lonas, pode-se distribuir essas sementes na área desejada ou mesmo colocá-las em substratos destinados à germinação dessas plantas. Com isso, podem ser produzidas mudas de espécies diferentes daquelas encontradas em viveiros (Figura 118).

Figura 118 – Diversidade de espécies germinadas na sementeira provenientes de um coletor de chuva de sementes.



Fonte – Angelo, 2006.

7.1.5 Transposição de galharias

Muitos cultivos geram resíduos orgânicos que podem servir como matéria-prima para abrigo de alguns grupos de animais. Como exemplo desse processo, pode-se citar a atividade de enleiramento, realizada em áreas onde é praticada a silvicultura comercial.

Nessas áreas, são realizadas podas nas árvores e o material resultante dessa poda pode ser reunido e disposto em alguns locais no campo. A junção desse material em pilhas ou leiras pode servir, então, como refúgio para animais como roedores e pequenos marsupiais, entre outros, que colaborarão com a diversificação de fauna no local. Espécies de roedores são muito importantes no ambiente, uma vez que constituem a base da cadeia alimentar de vários outros animais. Além disso, algumas dessas espécies apresentam hábito dispensor.

Outro aspecto relevante observado na adoção dessa técnica é o caráter de ciclagem de nutrientes exercido pela fauna de solo, que inclui espécies de diversos grupos (insetos, aracnídeos, moluscos, entre outros). Tal fato foi constatado por Toso (2018), que avaliando a transposição de galharias para a restauração em área de mineração no Rio Grande do Sul, registrou a ocorrência de 23 ordens da fauna pertencentes, na maioria, à macro e mesofauna do solo, reforçando o papel na reestruturação do solo e na ciclagem de nutrientes decorrente da decomposição do material vegetal.

Além do aspecto relacionado à criação de ambientes propícios (Figura 119) para a ocupação por animais, essa técnica poderá, eventualmente, ser uma solução para a destinação de resíduos gerados por procedimentos como podas nas áreas de plantios comerciais ou mesmo em áreas urbanas.

Figura 119 – Galharia em área de restauração.



Fonte – Angelo, 2019.

7.2 OUTRAS TÉCNICAS QUE PODEM SER USADAS NA RESTAURAÇÃO

7.2.1 Plantios de mudas de espécies bagueiras

O termo 'planta bagueira' (Figura 120) se refere à denominação popular para espécies que têm grande capacidade de atrair animais. Essa expressão é empregada em muitas regiões por caçadores para identificar essas espécies. Tais plantas têm papel muito importante no processo de restauração da área na medida em que atraem muitos animais, contribuindo assim com a diversidade de espécies na área.

Figura 120 – Araucária, espécie que produz alimento para atração de fauna.



Fonte – Angelo, 2010.

? VOCÊ SABIA?

Espécies bagueiras = espécies que atraem animais dispersores de sementes.

Em função desses benefícios, espécies bagueiras podem ser introduzidas em uma área por meio de plantio, contribuindo com a restauração do local. São muitas as espécies de plantas que apresentam essa característica. Dentre elas, podemos citar o palmiteiro (*Euterpe edulis*), a crindiúva (*Trema micrantha*), a embaúba (*Cecropia pachystachya*), a capororoca (*Myrsine ferruginea*) (Figura 121) e muitas espécies da família das mirtáceas, como a pitangueira (*Eugenia uniflora*).

Figura 121 – Capororoca em área de restauração.



Fonte – Angelo, 2019.

7.2.2 Transplante de plântulas

Algumas áreas de remanescentes florestais, como capões, contêm grande número de plântulas (Figura 122), ou seja, plantas jovens de diversas espécies, desenvolvendo-se em suas bordas ou em seu sub-bosque.

Figura 122 – Regeneração natural.



Fonte – Angelo, 2019.

Uma prática que pode constituir uma alternativa adicional ao processo de produção de mudas é a coleta de algumas dessas plântulas para que sejam transplantadas (Figura 123) para outras áreas de interesse.

Figura 123 – Transplante de mudas.



Fonte – Angelo, 2019.

Essas plântulas devem ser preferencialmente coletadas em dias com temperaturas mais amenas. A retirada delas do solo deve ser feita com cuidado, para não causar danos demasiados sobre elas, especialmente sobre suas raízes. Algumas espécies naturalmente terão maior sucesso com o uso dessa técnica, em função de terem maior tolerância ao processo.

Ribeiro *et al.* (2011) avaliaram o transplante de mudas de *Euterpe edulis* (palmito-juçara) em região de Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, Minas Gerais, e obtiveram aproximadamente 36% de pegamento. Apesar do percentual baixo, o transplante pode ser considerado uma técnica de baixo custo, pois não há despesas com a produção das mudas, além de incrementar a diversidade local.

Outro cuidado necessário diz respeito ao impacto da retirada dessas plantas no local de origem. É natural pensar que devemos restaurar uma área sem causar impactos demasiados em outra.

Dentre as alternativas de áreas para coleta de plântulas, podemos relacionar regiões que serão sujeitas a intervenções, como derrubadas previstas em lei. Outra possibilidade são as áreas que serão inundadas para a constituição de reservatórios hídricos de futuras hidrelétricas.

7.2.3 Uso de espécies arbustivas, herbáceas e trepadeiras

As formações vegetacionais naturais, não apenas as florestas, são constituídas por plantas de diferentes portes. Em outras palavras, essas áreas não são constituídas apenas por árvores. Existe, na verdade, um elenco considerável de hábitos diferentes de espécies e podemos citar, além das árvores, as plantas arbustivas, as herbáceas, os cipós, as trepadeiras e as epífitas (Figura 124).

De fato, as espécies arbóreas formarão a estrutura mais aparente em uma floresta. No entanto, uma grande quantidade de plantas com os hábitos citados estará presente, exercendo papéis específicos que não poderão ser substituídos por outros.

Figura 124 – Epifitismo.



Fonte – Angelo, 2019.

Como plantas arbustivas podemos citar o fumo-bravo (*Solanum* sp.) (Figura 125) e diversas espécies de vassourinhas (*Baccharis* sp.). Essas plantas naturalmente ocupam paisagens abertas, com abundância de luz.

Figura 125 – Solanácea arbustiva que coloniza áreas abertas.



Fonte – Angelo, 2006.

Pelo fato de essas plantas apresentarem características desejáveis, como crescimento rápido, rusticidade e rápida reprodução, pode ser conveniente seu acréscimo em áreas em processo de restauração. Devido a sua forma de reprodução e de dispersão, espécies como essas costumam chegar a uma área de forma espontânea, trazidas pelo vento ou por animais, conforme o caso. Apesar disso, sua produção pode ajudar a garantir ou mesmo antecipar sua chegada à área.

Um papel importante que poderá ser desempenhado por plantas arbustivas como as citadas é o preenchimento de espaços nas áreas de plantio, que seriam naturalmente ocupados por plantas que podem ser indesejáveis em um trabalho de restauração, como as gramíneas do gênero *Urochloa* sp. As espécies arbustivas citadas, pelo seu crescimento rápido, podem competir de maneira melhor com essas gramíneas (Figura 126) por criarem sombra na área, fator decisivo para a saída das plantas indesejadas do local.

Figura 126 – Regeneração de *Baccharis* sp. (vassourinha) em área com infestação de gramíneas.



Fonte – Angelo, 2006.

Calixto Junior (2018) avaliou a semeadura direta de diferentes espécies arbustivas na entrelinha de plantio de mudas nativas com intuito de promover rápida cobertura em alta densidade, dispensando o controle de gramíneas exóticas. O autor verificou que espécies como *Solanum lycocarpum* (fruta-de-lobo) e *Senna alata* (mata-pasto) foram capazes de promover elevada cobertura do solo em curto período de tempo, garantindo a estruturação da restauração.

Outro benefício das plantas arbustivas é a formação de ambientes mais fechados em um local. Tais ambientes são mais atrativos para muitas espécies de animais que não têm o hábito de frequentar áreas abertas. Além desses animais, muitas espécies de plantas também podem se beneficiar desses novos espaços, por apreciarem ambientes com mais sombreamento.

As plantas arbustivas acabam por proteger o ambiente, deixando-o menos exposto. Algumas espécies de animais passarão a frequentá-lo e até mesmo se reproduzirão nessa nova área. Algumas espécies arbustivas apresentam a vantagem adicional de serem frequentemente procuradas por aves para a nidificação, como a espécie *Calliandra*.

Plantas herbáceas nativas são úteis no processo de recobrimento do solo. Essa característica costuma ser ainda mais importante em áreas abertas. Nesses locais, a abundância de luz cria condições para a ocupação por plantas invasoras. Se essas áreas tiverem uma porção recoberta pelas plantas herbáceas nativas, isso significará menor espaço disponível para plantas indesejáveis.

Espécies como carqueja (*Baccharis trimera*) e assa-peixe (*Vernonia* sp.) são rústicas e ocorrem espontaneamente em áreas abertas. Como dito anteriormente, essas plantas ajudam a recobrir o espaço aberto e, sendo nativas, compõem a paisagem.

Conforme a formação de vegetação, existe grande número de espécies de plantas epífitas. Elas crescem apoiadas sobre outras plantas, como copas de árvores e, nesse local, têm fácil acesso à luz e à água.

VOCÊ SABIA?

Epifitismo = relação de inquilinismo em que uma planta vive sobre a outra sem prejudicá-la, usando-a apenas como apoio, sem retirar nutrientes dela. Exemplos: orquídeas e bromélias.

Algumas plantas epífitas, como as bromélias, têm como característica a acumulação de água na junção de suas folhas. Esse local acaba sendo ocupado por muitas espécies de insetos e também de animais vertebrados, a exemplo de anfíbios como as pererecas *Ila* sp.

Outro grupo de plantas são as chamadas lianas, também conhecidas como cipós. Em algumas florestas ocorrem muitas espécies de cipós, que representam quantidade expressiva de biomassa. Outra característica interessante de algumas espécies de cipós se refere ao período em que produzem flores e sementes, pois muitas vezes é diferente do período das espécies arbóreas. A vantagem disso é a oferta de alimento durante mais tempo para alguns animais, como é o caso daqueles que têm o hábito de se alimentar de néctar ou flores.



VOCÊ SABIA?

Lianas = trepadeiras lenhosas que usam as árvores como suporte.

Estudos feitos por Engel, Fonseca e Oliveira (1998) em fragmentos e florestas secundárias apontaram lianas como fornecedoras de frutos em épocas de baixa disponibilidade. Eles observaram que, no início da estação seca, 2% dos indivíduos arbóreos/arbustivos frutificavam, que a frutificação ocorria em mais de 20% das lianas e que o único fruto carnoso disponível no período de seca era de uma liana da família Cactaceae (*Pereskia* sp.).

Algumas plantas têm o hábito de crescer como trepadeiras. Da mesma forma que as lianas, as trepadeiras podem representar grande quantidade de biomassa em uma área, constituída por suas folhas, suas flores e seus ramos. Essas plantas podem exercer papel importante em uma área de restauração pela capacidade de produzir folhas rapidamente e de recobrir áreas.

Por outro lado, muitas áreas de restauração estão em regiões com grande ou quase total alteração da paisagem. Nesses locais, algumas espécies de trepadeiras podem ocorrer em tão grande número que se tornam um problema quando passam a recobrir as plantas cultivadas (Figura 127). Nesses casos, é necessária uma intervenção visando a determinado controle dessas plantas, especialmente sobre as árvores implantadas recentemente na área. Um exemplo de planta como essa é a *Ipomea* sp., conhecida como corda-de-viola ou glória-da-manhã.

Figura 127 – Espécies de lianas superabundantes em função de desequilíbrios na paisagem.



Fonte – Angelo, 2019.

7.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A NUCLEAÇÃO

As estratégias de nucleação fazem uso de princípios importantes, como a sucessão ecológica, a autoecologia e a ciclagem de nutrientes. Por meio desses princípios podem ser estabelecidas técnicas baratas, simples e acessíveis para serem aplicadas em propriedades rurais.

Devemos chamar a atenção para o fato de que cada uma das técnicas pode contribuir com o ingresso nas áreas de diferentes grupos de espécies. Diante desse argumento não é adequado afirmar que uma técnica seja necessariamente melhor do que outra, pois na maior parte dos casos a combinação de técnicas significará a solução mais eficiente.

 **ATENÇÃO**

Foram citadas aqui diferentes técnicas de nucleação, assim como outros procedimentos práticos. Cada uma delas, conforme a região e a época, pode contribuir com a atividade de restauração. Diferentes técnicas podem beneficiar diferentes espécies e, a princípio, sempre que possível se deve combinar diferentes técnicas de nucleação. A vantagem da combinação é que ela pode, eventualmente, agregar maior número de espécies de diferentes hábitos, ou seja, desde árvores, arbustos e cipós até plantas rasteiras.

Todas as técnicas citadas aqui devem ser empregadas observando-se determinado contexto, não se excluindo, ao mesmo tempo, o uso de métodos tidos como convencionais para a restauração de áreas, como o plantio de mudas.

Desde que sejam observados alguns princípios ecológicos determinantes, torna-se possível o desenvolvimento de novas técnicas ou o ajuste das já existentes, visando à resolução de problemas locais mais específicos.

8 ASPECTOS ENVOLVENDO A ADEQUAÇÃO AMBIENTAL EM PROPRIEDADES RURAIS

O aumento da população humana, associado à elevação dos níveis de consumo de muitas matérias-primas, provocou a supressão de uma quantidade muito grande de áreas. Ao redor do mundo, muitas paisagens naturais foram alteradas, fragmentadas ou completamente destruídas (Figura 128).

Figura 128 – Erosão em área de solo vulnerável.



Fonte – Angelo, 2015.

Isso ocasionou problemas de ordem ambiental e econômica. Em termos ambientais, muitas espécies de animais e plantas que antes viviam em algumas regiões deixaram de habitá-las, na medida em que não há mais *habitat* para tais espécies. Em termos econômicos, a destruição de ambientes naturais tem sido associada a problemas com água, desequilíbrios biológicos que dão origem a pragas, aumento da necessidade do uso de insumos e perda de qualidade de vida por parte de produtores e consumidores.

Com o passar dos anos, esse cenário tem levado ao inevitável surgimento de exigências legais de caráter ambiental que incidem sobre as propriedades rurais. Dentre essas exigências estão a necessidade de estabelecimento de Áreas de Preservação Permanente em margens de rios e em topos de morros, bem como das chamadas reservas legais. Outros cuidados estão relacionados a temas específicos, como o manejo do solo e da água.

Uma vez que as propriedades precisam ser viáveis economicamente, elas têm um grande desafio: produzir e ser eficiente economicamente ao mesmo tempo em que atendem às exigências ambientais. Diante disso, fica evidente a necessidade de planejamento, acesso a crédito viável e uma orientação técnica que traga soluções que satisfaçam a demanda econômica sem comprometer o aspecto ambiental.

Uma das alternativas possíveis é adotar sistemas de produção que não deixam de exercer seu papel econômico, mas que, ao mesmo tempo, permitem melhor qualidade ambiental. Isso pode ser alcançado por meio de diferentes práticas, como sistemas integrados de produção, rotação de culturas, manejo conservacionista de solos e de água, entre outras.

Para a Associação dos Municípios do Alto Vale do Itajaí (Amavi, s/d.), fazer a adequação ambiental de uma propriedade significa torná-la 'legal', ou seja, respeitando a legislação ambiental e ao mesmo tempo sendo produtiva e agradável para morar e viver.

Existem diferentes formas de uso da terra, dependendo de fatores como a vocação regional, o capital envolvido, a acessibilidade da área, a disponibilidade de mão de obra e a distância do mercado consumidor. Na sequência apresentaremos alguns modelos de produção que buscam conciliar a geração de renda com a conservação dos recursos naturais.

8.1 MODELOS DE USO DA TERRA

Diferentes práticas e modelos de uso da terra podem ser conduzidos em uma propriedade rural. Alguns podem ser importantes para manter a capacidade produtiva dessas propriedades.

É importante ressaltar que tais práticas não substituem os esforços de restauração já mencionados neste material, mas podem contribuir com a qualidade ambiental de uma propriedade, ao mesmo tempo em que podem trazer benefícios econômicos.

Sistemas de produção mais diversificados e que envolvam maior preocupação com recursos como o solo e a água em uma propriedade rural serão sempre bem-vindos.

8.1.1 Plantio consorciado

Essa prática ocorre quando existe a associação de duas ou mais espécies de cultivo no mesmo local. Soares e Portes (*apud* GONZAGA, 2014) destacam que a principal vantagem dela está no melhor aproveitamento da área. Nessa modalidade de plantio, o produtor consegue produzir, por exemplo, feijão e milho na mesma área, aumentando assim o retorno econômico.

Portanto, os plantios consorciados podem apresentar vantagens sobre o monocultivo como a garantia de maior estabilidade de produção, melhor utilização da terra, melhor utilização da força de trabalho, maior eficiência no controle de plantas daninhas e disponibilidade de mais de uma fonte alimentar.

8.1.2 Rotação de culturas

Tal prática consiste em alternar, no tempo, o cultivo de espécies vegetais em dada área, preferencialmente com culturas que tenham diferentes sistemas radiculares (leguminosas e gramíneas), de modo que cada espécie deixe um efeito residual positivo para o solo e para a cultura sucessora (GONÇALVES *et al.*, 2007). Logo, a rotação ocorre quando se faz a alternância, na mesma área, em determinado período, de espécies de plantas cultivadas. As espécies usadas devem ter, sempre que possível, propósito comercial e de recuperação do solo.

A rotação pode preservar ou melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo e auxiliar no controle de plantas daninhas e pragas. No estado do Paraná, em função da ocorrência de estações do ano bem definidas, pode-se citar como exemplo o sistema que envolve a alternância entre aveia preta, azevém, soja e milho.

Além disso, Gonçalves *et al.* (2007) recomendam o plantio de espécies utilizadas como adubos verdes, como aveia, milheto, espécies de pastagens, tremoço e girassol. Os autores ressaltam que o tremoço é uma leguminosa que fixa o nitrogênio do ar, enquanto a aveia não tem tal capacidade, porém, quando consorciada com ervilhaca, deixa o solo em excelentes condições.

8.1.3 Sistemas agroflorestais

São sistemas de produção que reúnem culturas agrícolas com espécies arbóreas. Eles apresentam diferentes configurações, desde os mais simples estruturalmente, com poucas espécies, até aqueles com maior número de espécies, como alguns sistemas agroflorestais sucessionais (Figura 129).

Figura 129 – Sistema agroflorestal multiestratificado.



Fonte – Angelo, 2011.

Desde que bem planejados e conduzidos, os sistemas agroflorestais podem apresentar algumas vantagens ecológicas, que se devem a um sistema de produção mais diversificado, estratificado, perene e com manejos diferenciados.

Esse conjunto de espécies e práticas tem o potencial de minimizar riscos de erosão do solo e perdas de fertilidade e também de reduzir o ataque de pragas, devido a um maior equilíbrio biológico.

Martins *et al.* (2019) avaliaram um sistema agroflorestal implantado em 2005 no Bioma Mata Atlântica com o intuito de interligar dois fragmentos florestais, formando assim um 'corredor agroflorestal'. Os autores concluíram que a quantidade e a qualidade da fauna do solo e de fungos micorrízicos foram favorecidas pelo sistema agroflorestal em comparação à matriz de pastagem. Além disso, observaram que a melhoria não se deu apenas dentro do sistema, mas também em áreas próximas.

O uso das árvores é fundamental para recuperar funções ecológicas na paisagem, criando ambientes favoráveis para animais. As árvores promovem aporte de matéria orgânica em uma área, contribuindo com a restauração da fertilidade do solo local. Algumas espécies arbóreas têm grande potencial como plantas fertilizadoras, na medida em que trazem à superfície nutrientes importantes para o crescimento de outras plantas.

Nesse sentido, os sistemas agroflorestais (Figura 130) têm chamado a atenção, pois permitem ofertar produtos agrícolas e florestais, incrementando e diversificando a produção de renda. Além disso, podem ainda ser usados em algumas áreas para restaurar florestas e recuperar áreas degradadas. Como eles atraem e dão abrigo a grande número de animais, também podem ser convertidos, no futuro, em áreas de restauração propriamente dita.

Figura 130 – Propriedade rural e sistema agroflorestal (Adrianópolis-PR).



Fonte – Angelo, 2011.

Outro benefício dos sistemas agroflorestais é a possibilidade de constituírem o que podemos chamar de ‘zonas de amortecimento’ ou ‘zonas-tampão’. Essas áreas podem ser importantes nas proximidades de unidades de conservação, pois constituem regiões que diminuem os efeitos das ações humanas sobre as áreas preservadas vizinhas.

8.1.4 Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)

Os sistemas denominados de 'ILPF' (Figura 131) se baseiam na integração dos três componentes mencionados no sistema produtivo, ou seja, na realização de plantio agrícola junto ao pastoreio e à silvicultura na mesma área.

Figura 131 – Integração lavoura-pecuária-floresta (Porto Vitória-PR).



Fonte – Angelo, 2010.

A integração de árvores com pastagens e/ou lavouras é conceituada como um sistema que relaciona todos os componentes em rotação, consórcio ou sucessão na mesma área. Esse sistema permite que o solo seja explorado durante todo o ano, favorecendo o aumento na oferta de grãos, carne ou leite e madeira na mesma área.

? VOCÊ SABIA?

Diferentes modalidades de ILPF, de acordo com sua composição

ILP – Integração lavoura-pecuária (agropastoril) = pode ser em rotação, consórcio ou sucessão na mesma área e no mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos.

IPF – Integração pecuária-floresta (silvipastoril) = relaciona produção animal e florestal.

ILF – Integração lavoura-floresta (silviagrícola) = relaciona produção florestal e agrícola.

ILPF – Integração lavoura-pecuária-floresta (agrossilvipastoril) = pode ser consórcio ou sucessão.

Balbino, Barcellos e Stone (2011) destacam que a ILPF contribui para a recuperação de áreas degradadas, promove a geração de emprego e renda, bem como está adequada à legislação ambiental, sobretudo para a manutenção de APP e Reserva Legal. Além disso, promove na propriedade rural serviços ambientais como conservação de solo e água, polinização, fixação de carbono, entre outros.

A adoção de sistemas como esse em diferentes regiões do estado tem crescido de forma expressiva, com resultados que apontam para o aprimoramento dos conhecimentos necessários para essa atividade: maior conhecimento sobre a resposta de plantas forrageiras ao sombreamento parcial; dimensionamento das linhas e das distâncias entre as árvores, bem como dos diferentes sistemas de movimentação dos animais nesses locais.

Sistemas silvipastoris ou IPF

É a combinação intencional de árvores, pastagem e gado na mesma área, ao mesmo tempo, manejados de forma integrada. O objetivo do sistema é integrar os elementos e aumentar a produtividade por unidade de área (Figura 132).

É importante ressaltar que a criação de animais em local com árvores dispersas ou em linhas pode reduzir a erosão, melhorar a conservação de água, reduzir a necessidade de fertilizantes, ajudar na fixação do carbono, diversificar a produção na propriedade e aumentar a renda dos produtores.

Figura 132 – Sistema silvipastoril combinando árvores e pastagem.



Fonte – Angelo, 2010.

Outra vantagem importante de sistemas como esse é o chamado conforto térmico dos animais. Linhas de árvores podem constituir barreiras contra o vento, o que é especialmente útil em regiões mais frias (Figura 133).

Figura 133 – Sistema silvipastoril (Saudade do Iguaçu-PR).



Fonte – Angelo, 2014.

Por outro lado, em lugares ou períodos mais quentes, a oferta de sombra torna-se importante para que os animais tenham acesso a uma condição mais amena de temperatura, o que está associado a um maior período de alimentação durante o dia. Deniz (2018) avaliou a influência de um sistema silvipastoril no comportamento de vacas leiteiras e constatou que a presença de sombra forneceu melhores condições microclimáticas ao local e melhor índice de conforto térmico aos animais, independentemente da estação do ano.

8.1.5 Plantios de adensamento e de enriquecimento

Os plantios de adensamento e de enriquecimento se caracterizam pela inserção de mudas de espécies desejáveis em uma área de floresta que já tenha sofrido alteração. O adensamento (Figura 134) ocorre quando aumentamos o número de indivíduos de

uma espécie que já esteja presente na área. É o caso do adensamento de erva-mate em áreas onde ela já existe, como forma de melhorar a renda dos produtores.

Figura 134 – Adensamento de erva-mate (São Mateus do Sul-PR).



Fonte – Angelo, 2019.

Já o enriquecimento (Figura 135) é muitas vezes entendido como a entrada de espécies de árvores que não estão mais presentes na região. Algumas dessas espécies têm alto valor econômico e foram dizimadas pela exploração madeireira praticada no passado.

Como os capões e as florestas degradadas apresentam muitas clareiras, locais com grande entrada de luz, eles oferecem condições favoráveis para o plantio e a condução de algumas dessas espécies comerciais nativas na área.

Figura 135 – Enriquecimento florestal.



Fonte – Angelo, 2019.

Esse procedimento pode ser associado ao uso econômico da Reserva Legal, no qual espécies que produzem madeira de qualidade podem ser implantadas e conduzidas em áreas que apresentem condições ecológicas compatíveis.

Dependendo da região do estado, pode-se pensar em diferentes espécies. Na região centro-sul do estado, a erva-mate, a araucária e o cedro desenvolvem-se satisfatoriamente em clareiras. Na região litorânea, espécies como o palmito-juçara podem ser cultivados em bordas de capões, produzindo frutos que fornecem polpa de interesse comercial.

Com iniciativas assim pode-se promover a proteção das florestas por meio do uso sustentável da Reserva Legal. Ao estabelecer um sistema de produção nas áreas de floresta pela reintrodução de espécies nativas de alto valor econômico, cria-se um incentivo para que o proprietário da área cuide dessa floresta.

Em todo caso, qualquer procedimento semelhante a esses precisa ser bem planejado para que tenha êxito, ao mesmo tempo em que devem ser consultados os órgãos que regulam tais atividades no estado.

Figura 136 – Paisagem diversificada.



Fonte – Angelo, 2010.

9 CHAVE PARA TOMADA DE DECISÃO

9.1 ESCOLHA DOS PROCEDIMENTOS CONFORME DIAGNÓSTICO DE CADA LOCAL

Como visto, a restauração ecológica de uma área depende de um grande conjunto de conhecimentos em ecologia que precisam ser conjugados com saberes práticos, experiência, capacidade de observação e bom senso para que sejam tomadas as melhores decisões, visando a atingir os objetivos traçados.

Tais conhecimentos inevitavelmente precisam ser ajustados à disponibilidade de recursos financeiros, implementos e mão de obra em cada empreendimento.

Diante de tantas possibilidades, na medida do possível busca-se sistematizar essas decisões com base nas chamadas 'chaves de tomada de decisão', que são estruturadas de maneira a considerar as situações na área de trabalho que irão determinar os procedimentos necessários ou possíveis para cada local.

Tais chaves seguem uma sequência, iniciando-se por um importante diagnóstico, que levará em consideração diferentes aspectos presentes no local. Dependendo do cenário, serão feitas recomendações básicas para cada situação, que se expressam em um conjunto de ações ou procedimentos necessários para que seja efetivada a restauração desse local.

Para a elaboração dessas chaves, será dada ênfase aos seguintes aspectos:

- **Condições do solo no local:** os solos estão degradados ou não?
- **Presença de plantas invasoras:** as áreas estão ou não dominadas por essas plantas?
- **Presença de fragmentos florestais nativos:** há ou não presença desses fragmentos na área a ser restaurada ou nas proximidades?

9.1.1 Condições do solo no local

Um dos primeiros aspectos do diagnóstico deverá ser a análise da condição de degradação ou não do solo depois de determinados usos. Os solos poderão estar em basicamente duas situações:

- **Solos não degradados:** ainda apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas e não necessitam de grandes intervenções para a melhoria de suas características físicas e químicas antes da restauração florestal. Normalmente apresentam cobertura vegetal em sua superfície, sem áreas com solo exposto ou erodido. Apesar disso, recomenda-se realizar a

análise química do solo de forma que as eventuais deficiências nutricionais possam ser corrigidas.

- **Solos degradados:** são solos expostos e com erosão. Se estes tipos de solos forem expostos a chuvas e ventos, tendem a se degradar ainda mais caso algo não seja feito no local. Se a exposição prosseguir, poderão ser formadas voçorocas no local, tornando o processo ainda mais difícil.

As camadas superficiais do solo são importantíssimas. Em condições naturais, elas tendem a apresentar certo teor de matéria orgânica, o que favorece a infiltração e a retenção de água. Se forem removidas, o solo remanescente não apresentará as melhores condições para o crescimento de plantas. Por isso, os solos expostos devem ser recobertos, sempre que possível, evitando a ampliação do problema.

Existem plantas, no entanto, que têm a capacidade de crescer em solos inóspitos e mesmo assim produzir certa quantidade de biomassa. Algumas espécies nativas cumprem esse papel e, por vezes, são chamadas de 'plantas pioneiras edáficas'. Elas têm condições de colonizar solos em condições adversas, tal como solos muito rasos ou de locais com afloramentos de rocha.

Outro grupo é chamado de 'plantas de adubação verde', que têm a capacidade de produzir biomassa em curto prazo de tempo. Essa matéria orgânica recobre o solo, protegendo-o do excesso de chuva, da temperatura e dos ventos. As melhores condições físicas dos solos irão facilitar a recolonização dele por microrganismos benéficos para as plantas. Assim, o uso de plantas de adubação verde ampliará as possibilidades de reocupação do solo por outros vegetais no futuro.

Atualmente, são usadas diversas espécies de plantas de adubação verde, que podem ser úteis em projetos de restauração e na reabilitação de solos voltados à produção em determinada propriedade. Dentre essas espécies podemos mencionar a ervilhaca (*Vicia sativa*), o feijão-guandú (*Cajanus cajan*), o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*), a crotalária (*Crotalaria* spp.), a mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*), o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), o milheto (*Pennisetum glaucum*) e o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*).

9.1.2 Presença de plantas exóticas invasoras na área

As plantas exóticas com potencial para invasoras podem dificultar ou mesmo impedir o processo de restauração de uma área. Essas espécies apresentam atributos como rusticidade, agressividade, produção precoce e abundante de sementes e tolerância a condições adversas de solo e clima. Com esse conjunto de atributos não é por acaso que podem se tornar um problema nos locais onde são introduzidas. Além

dessas características, algumas espécies são alelopatas, ou seja, provocam danos em outros organismos por liberarem no ambiente substâncias tóxicas a estes.

De acordo com a presença ou ausência de plantas exóticas invasoras, as áreas podem ser classificadas em:

- **Área sem exóticas invasoras:** refere-se a locais onde não existem indivíduos de espécies consideradas exóticas invasoras, sejam elas gramíneas ou não, conforme a Portaria IAP 59/2015.
- **Área com exóticas invasoras:** refere-se a locais onde essas espécies estão presentes. Em função do comportamento delas, sua presença é normalmente percebida com facilidade devido à formação de agrupamentos típicos. Isso pode ocorrer tanto para espécies arbóreas como para arbustivas e herbáceas. Como essas plantas impedem o estabelecimento de espécies nativas, normalmente é recomendável sua eliminação por apresentarem capacidade de infestação. Essas espécies estão relacionadas na Portaria IAP 59/2015.

Se uma área foi destinada à restauração, deve-se estimular a regeneração de espécies nativas no local. As plantas exóticas invasoras têm um comportamento de colonização muito agressivo, dificultando o estabelecimento das plantas desejáveis no local.

Plantas arbóreas como a leucena, a uva-do-japão, várias espécies de pinus, o alfeneiro e o amarelinho estão relacionadas nesse grupo. Da mesma forma, estão listadas nessa portaria plantas herbáceas como o capim-anoni, o capim-colonião e a braquiária.

Em áreas onde plantas como essas estão presentes, deverá ser dada atenção especial às condições de competição a que as outras espécies serão submetidas. Muitas plantas nativas podem ser espontâneas e desejáveis na área, mas podem ter seu desenvolvimento dificultado ou impedido pelas invasoras.

Esse cuidado deve ser tomado da mesma forma em relação às mudas de espécies nativas implantadas na área. Em muitos casos será preferível realizar o trabalho em superfícies menores, com maiores cuidados, do que em superfícies maiores, sem manutenção adequada.

9.1.3 Presença de fragmentos florestais nativos na própria área ou nas proximidades da área a ser restaurada

A presença ou proximidade de remanescentes de vegetação no local é um fator determinante na restauração. Estamos considerando como remanescentes áreas com diferentes tamanhos, desde pequenos capões a áreas maiores. Quanto maiores

e mais conservados eles forem, maiores serão suas contribuições para a restauração em suas proximidades.

Em geral, áreas maiores abrigarão número superior de espécies de plantas e animais. O fluxo de maior número de indivíduos entre as áreas, além do fluxo de diferentes espécies entre os locais, poderá propiciar maior efeito de contribuição entre esses pontos.

Algumas árvores existentes nos remanescentes talvez não estejam presentes ou disponíveis em viveiros de espécies nativas na região. Um dos fatores para isso se refere à dificuldade dos viveiros em produzir mudas de determinadas espécies, por apresentarem dificuldades na quebra de dormência, exigindo a ação de animais para que germinem com efetividade. A presença na região de animais que realizam naturalmente esse trabalho certamente contribuirá para a diversificação de espécies no trabalho de restauração.

Presença de fragmentos florestais nativos não degradados na área ou nas proximidades da área a ser restaurada

Nesse caso, são considerados os remanescentes que foram menos afetados por ações de degradação, que não foram intensas ou frequentes o suficiente para comprometer definitivamente o local. Caso esse fragmento seja mais bem protegido ou deixe de sofrer intervenções de degradação, poderá contribuir de forma decisiva com a restauração das áreas vizinhas.

Em situações assim, esforços no sentido de manter os fragmentos isolados dos fatores de degradação, preservando assim sua composição e sua estrutura, são desejáveis para que se perpetuem tais benefícios.

Apesar de serem imprescindíveis como recurso para a restauração, fragmentos isolados podem sofrer com problemas como o isolamento reprodutivo e o efeito de borda. Tais problemas poderão levar algumas espécies à extinção, seja de plantas, seja de animais, caso não ocorra fluxo gênico, ou seja, cruzamentos entre populações de determinadas espécies.

Como exemplo, algumas espécies de árvores climácicas têm seus frutos ou sementes dispersas por animais de maior porte, como mamíferos ou aves, que são frequentemente caçados, atropelados e exigem áreas maiores para se desenvolver. A partir do momento em que esses animais deixam de estar presentes em uma região, ou seja, são extintos nela, as ações que eram desempenhadas por essas espécies deixam de ocorrer.

O efeito de borda tenderá a ser maior quanto menor for a área dos fragmentos. Por exemplo, capões menores de floresta sofrem maior impacto de distúrbios como trânsito de pessoas, poluição sonora e presença de animais domésticos.

Presença de fragmentos florestais nativos degradados na área ou nas proximidades da área a ser restaurada

Refere-se aos remanescentes onde a degradação atingiu tal ponto que comprometeu a continuidade da sucessão natural. Nesse caso, serão necessárias ações de restauração para remover os fatores impeditivos da recuperação da estrutura e da composição do local.

Esses fragmentos costumam apresentar algumas características, como a presença excessiva de lianas e de plantas exóticas invasoras em suas bordas ou mesmo em seu interior.

Caso os fragmentos sejam acessados por animais domésticos como bovinos, caprinos e suínos, poderá ocorrer predação ou pisoteio da regeneração natural. Com o tempo, o sub-bosque desse local ficará comprometido, o que ampliará o efeito de borda no local.

Tal situação exigiria, do ponto de vista da restauração, ações como o isolamento da área, com o impedimento da entrada de animais domésticos. Outras medidas úteis para esse propósito seriam o adensamento ou o enriquecimento da área com mudas, aumentando sua diversidade.

Outra medida desejável poderia ser a manutenção de uma 'zona-tampão', ou seja, a manutenção de atividades menos perturbadoras na vizinhança desse capão. Uma forma de minimizar impactos seria a ampliação da área do capão ou o estabelecimento de uma forma de produção de caráter mais perene, como os sistemas agroflorestais.

Como foi possível ver, quando os fragmentos se encontram isolados ocorre a diminuição no fluxo de animais entre as áreas, o que acaba por reduzir o cruzamento entre os indivíduos, comprometendo a genética dessas populações.

Algumas ações simples são possíveis nessas áreas e a essência delas está na criação de melhores condições para que os animais transitem efetivamente entre elas. Essas condições são propiciadas, por exemplo, pela existência de pontos intermediários onde aves possam pousar, como poleiros, arbustos, árvores isoladas ou um agrupamento de árvores, estruturas estas que permitem e estimulam a parada de pássaros no local e podem servir como trampolins ecológicos, pois facilitam o fluxo de animais entre áreas ampliando, com isso, as possibilidades de trânsito de material genético entre os locais.

9.2 CHAVE PARA A TOMADA DE DECISÃO EM ATIVIDADES DE RESTAURAÇÃO

A chave a seguir foi adaptada da original, proposta por Rodrigues e Leitão Filho (2004):

1a

Presença de remanescente florestal isolado (pouco ou muito degradado)

Ações possíveis:

- adensamento de espécies desejáveis;
- enriquecimento florístico com diversidade genética;
- manejo de espécies-problema (invasoras ou superabundantes);
- implantação de zona-tampão;
- isolamento;
- restrição do acesso de animais domésticos;
- proteção da área de fatores de degradação como fogo, erosão e animais domésticos.

1b

Ausência de remanescente florestal



- Ver o item 2.

2a

Em área abandonada



- Ver o item 3.

2b

Em área que se encontra sob utilização



- Ver o item 7.

3a

Em solo não degradado



- Ver o item 4.

3b

Em solo degradado



- Ver o item 6.

4a

Em área não sujeita à inundação



- Ver o item 5.

4b

Em área inundada ou mal drenada (com ou sem regenerantes naturais)

Ações possíveis:

- adensamento de espécies desejáveis;
- enriquecimento florístico com diversidade genética;
- manejo de espécies-problema (invasoras ou superabundantes);
- implantação de zona-tampão;
- isolamento;
- restrição do acesso de animais domésticos;
- proteção da área de fatores de degradação como fogo, erosão e animais domésticos.

5a

Com presença de regeneração natural

Ações possíveis:

- condução da regeneração natural;
- adensamento de espécies desejáveis;
- enriquecimento florístico;
- nucleação (ilhas de diversidade);
- controle localizado de espécies-problema;
- implantação de zona-tampão;
- proteção da área de fatores de degradação como fogo, erosão e animais domésticos.

5b**Ausência de regeneração natural****Ações possíveis:**

- plantio de mudas de espécies nativas em área total;
- semeadura de espécies nativas;
- manejo de espécies-problema (invasoras ou superabundantes);
- nucleação (ilhas de diversidade);
- implantação de zona-tampão;
- proteção da área de fatores de degradação como fogo, erosão e animais domésticos.

6a**Sem exposição de rocha: problemas físicos e/ou químicos (incluindo várzeas drenadas)****Ações possíveis:**

- aração e/ou gradagem e/ou subsolagem;
- adubação verde;
- transferência de serapilheira, camada superficial do solo e banco de sementes;
- correção e fertilização de solo;
- plantio de mudas de espécies nativas em área total;
- semeadura de espécies nativas;
- implantação de zona-tampão;
- proteção da área de fatores de degradação como fogo, erosão e animais domésticos.

6a**Com exposição de rocha (material de origem)****Ações possíveis:**

- transferência de solo;
- correção e fertilização de solo;
- transferência de serapilheira, camada superficial e banco de sementes;
- adubação verde;
- plantio de mudas de espécies nativas em área total;
- semeadura de espécies nativas;
- implantação de zona-tampão;
- proteção da área de fatores de degradação como fogo, erosão e animais domésticos.

7a

Em área de pecuária



- Ver o item 8.

7b

Não em área de pecuária



- Ver o item 9.

8a

Em área de pecuária
com regeneração natural

Ações possíveis:

- conservação e descompactação do solo;
- condução da regeneração natural;
- manejo de espécies-problema (invasoras ou superabundantes);
- adensamento de espécies desejáveis;
- enriquecimento florístico com diversidade genética;
- nucleação (ilhas de diversidade);
- implantação de zona-tampão;
- proteção da área de fatores de degradação como fogo, erosão e animais domésticos.

8b

Em área de pecuária
sem regeneração natural

Ações possíveis:

- conservação e descompactação do solo;
- plantio de espécies nativas em área total;
- semeadura de espécies nativas;
- manejo de espécies-problema (invasoras ou superabundantes);
- nucleação (ilhas de diversidade);
- implantação de zona-tampão;
- proteção da área de fatores de degradação como fogo, erosão e animais domésticos.

9a

Área com silvicultura comercial (pinus, eucalipto e outras)



- Ver o item 10.

9b

Área com cultivos agrícolas



- Ver o item 11.

10a

Área com silvicultura comercial (com regeneração natural)

Ações possíveis:

- desbaste de espécies indesejáveis;
- morte em pé da espécie econômica;
- corte total das espécies exóticas;
- condução da regeneração;
- adensamento de espécies desejáveis;
- enriquecimento florístico com diversidade genética;
- implantação de zona-tampão;
- proteção da área de fatores de degradação como fogo, erosão e animais domésticos.

10b

Área com silvicultura comercial (sem regeneração natural)

Ações possíveis:

- corte total;
- plantio de espécies nativas em área total;
- semeadura de espécies nativas;
- manejo de espécies-problema (invasoras ou superabundantes);
- nucleação (ilhas de diversidade);
- implantação de zona-tampão;
- proteção da área de fatores de degradação como fogo, erosão e animais domésticos.

11a

Área com cultivos agrícolas pouco tecnificada

Ações possíveis:

- pousio para avaliação da regeneração natural;
- condução da regeneração;
- adensamento e enriquecimento florístico;
- plantio de mudas de espécies nativas em área total;
- semeadura de espécies nativas;
- manejo de espécies-problema (invasoras ou superabundantes);
- nucleação (ilhas de diversidade);
- implantação e zona-tampão;
- proteção da área de fatores de degradação como fogo, erosão e animais domésticos.

11b

Área com cultivos agrícolas altamente tecnificada

Ações possíveis:

- plantio de espécies nativas em área total;
- semeadura de espécies nativas;
- manejo de espécies-problema (invasoras ou superabundantes);
- nucleação (ilhas de diversidade);
- implantação de zona-tampão;
- proteção da área de fatores de degradação como fogo, erosão e animais domésticos.

10 MONITORAMENTO EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO

Para que tenham êxito, os trabalhos de restauração ecológica devem envolver um **planejamento** cuidadoso, avaliando quais são as melhores estratégias para cada local e cada momento.

Esse planejamento deverá incluir a realização de um **diagnóstico** detalhado para verificar o grau de degradação do sítio e os fatores de degradação que incidem no local, seguido da definição dos objetivos do trabalho. Estes poderão envolver o restabelecimento de funções na paisagem, a recuperação da estrutura do ambiente ou o restabelecimento de processos ecológicos no local. Na sequência, deverão ser escolhidas e aplicadas as **técnicas de restauração** entendidas como mais adequadas e possíveis em cada caso.

Após as etapas de planejamento, implantação e início de manutenção de áreas em processo de restauração, pode-se pensar em procedimentos que visam avaliar de alguma maneira os resultados alcançados com esse trabalho.

Tal acompanhamento é importante como forma de **monitoramento**, ou seja, para se observar os resultados encontrados no local por meio das estratégias usadas. Essas avaliações demandarão visitas aos locais de trabalho para colher informações que ajudarão no entendimento do *status* da restauração dessa área.

Vários parâmetros poderão ser usados para realizar essa avaliação, envolvendo, por exemplo, a proporção de cobertura do solo, a ocupação por espécies invasoras, a sobrevivência e o porte dos indivíduos implantados, a diversidade de espécies da regeneração natural, além da ocorrência e da diversidade de exemplares da fauna presentes no local.

De acordo com Moraes, Campello e Franco (2010), ainda na fase de planejamento é fundamental estabelecer com antecedência os **parâmetros ambientais** que serão utilizados para monitorar o sucesso ou não da restauração. Para Brancalion *et al.* (2013), as atividades de avaliação e monitoramento são empregadas para determinar se os objetivos inicialmente propostos para a restauração de dada área foram ou estão sendo progressivamente atingidos.

A **avaliação** e o **monitoramento**, além de serem necessários para averiguar o decurso da restauração, são itens obrigatórios da **Instrução Normativa do Ibama**.

**PARA SABER MAIS****INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS
RENOVÁVEIS (IBAMA)****INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº. 4, DE 13 DE ABRIL DE 2011**

Art. 13. O monitoramento e consequente avaliação do PRAD e do PRAD Simplificado é de 03 (três) anos após sua implantação, podendo ser prorrogado por igual período.

Art. 14. O interessado apresentará, no mínimo semestralmente, ao longo da execução do PRAD, Relatórios de Monitoramento (conforme anexo da Instrução Normativa).

Entende-se por 'avaliação' a apreciação ou a análise pontual de **indicadores** ou variáveis ambientais ou populacionais da área restaurada. A avaliação do cumprimento das metas é dada por meio de indicadores, os quais refletem a atual situação da área em processo de restauração. Por sua vez, o monitoramento é a mensuração contínua de certos indicadores ou variáveis ambientais ou populacionais. (BRANCALION *et al*, 2013).

Logo, para a realização do monitoramento, é preciso adotar indicadores que reflitam a realidade da restauração. Lembrando que a estrutura e a complexidade da área tendem a mudar com o avanço do tempo, por isso há necessidade do monitoramento, pois caso seja detectado algum retrocesso ou estagnação, pode-se tomar medidas cabíveis. Além disso, tais indicadores devem ser escolhidos com base na metodologia empregada.

Por exemplo, se a escolha foi o plantio de mudas nativas, pode-se avaliar a taxa de sobrevivência delas e seu crescimento por meio da medição de diâmetro do colo e da altura. Caso o produtor tenha aplicado a técnica de nucleação 'instalação de poleiros', um dos indicadores usados será a verificação e a aferição da regeneração natural próximo ao local da instalação do poleiro, bem como a ocorrência de animais dispersores.

A determinação da avaliação da taxa de sobrevivência pode ser realizada por meio da contagem das espécies introduzidas e das falhas ocasionadas por sua morte na área. (SCHIEVENIN *et al.*, 2011).

O Portal Embrapa (s/d.) apresenta técnicas para monitoramento considerando a cobertura do solo, bem como a riqueza e a densidade de regenerantes:

- Para avaliar a cobertura do solo: ao longo de uma trena esticada de 25 metros, posicionar uma vara de bambu com 2 metros de comprimento a cada 50 cm e observar todas as plantas que tocam na vara. Também podem ser feitas fotografias anuais no mesmo lugar para comparar a cobertura do solo, além

de verificar se as espécies de interesse e a cobertura do solo aumentaram e se as plantas infestantes diminuíram.

- Para medir a riqueza de espécies e a densidade de regenerantes (lenhosos com altura superior a 30 cm): esticar uma trena de 25 metros e, numa faixa de 1 metro ao longo da trena, contar as plântulas e arvoretas.

Em caso de recuperação por meio de cultivo agroflorestal, indicadores possíveis são aqueles de cunho social e econômico, por exemplo, diversidade na colheita, satisfação do produtor, entre outros.

VOCÊ SABIA?

Indicadores = ferramentas usadas para o monitoramento.

Esses indicadores devem ser variáveis perfeitamente identificáveis, fáceis de medir, de fácil compreensão e que representem, de fato, o que se quer avaliar, de modo que mostrem claramente a situação em cada momento (DURIGAN, 2011).

Diante dessa abordagem, o Quadro 11 busca correlacionar alguns indicadores de monitoramento de acordo com a medida de restauração empregada.

Quadro 11 – Exemplos de indicadores para monitoramento de um projeto de restauração florestal.

Medida de restauração	Indicador	Período	Situação		
			Adequado	Parcialmente adequado	Crítica
Qualquer ação (plantio, abandono, nucleação, SAF)	Cobertura do solo	3 anos	> 50%	30 a 50%	< 30%
		5 anos	> 80%	50 a 80%	< 50%
	Espécies lenhosas invasoras	3 anos	Ausência	x	Presença
		5 anos	Ausência	x	Presença
Nucleação	Diversidade de vida vegetal	1 ano	Presença	x	Ausência
		2 anos	Presença	x	Ausência
	Presença de polinizadores potenciais	1 ano	Presença	x	Ausência
		2 anos	Presença	x	Ausência
	Indícios de ocorrência de fauna (fezes, pegadas, ninhos, tocas etc.)	2 anos	Presença	x	Ausência
		3 anos	Presença	x	Ausência
Plantio total	Isolamento da área	3 anos	Presença	x	Ausência
		5 anos	Presença	x	Ausência
	Regeneração natural	5 anos	Presença	x	Ausência

Fonte – Adaptado de Cadernos da Mata Ciliar, 2011.

Além dos indicadores ilustrados, o SER (2004) recomenda uma lista de atributos para verificar o avanço da restauração. Não é necessária a expressão total de todos os atributos, porém eles podem demonstrar a trajetória da restauração.

Segue uma compilação dos atributos sugeridos pelo SER (2004):

- 1) O ecossistema restaurado contém espécies e a estrutura de um ecossistema de referência;
- 2) Apresenta maioria de espécies nativas;
- 3) Apresenta representantes de todos os grupos funcionais;
- 4) O ambiente físico é capaz de sustentar as espécies e seus processos reprodutivos;
- 5) Apresenta funcionamento normal;
- 6) Há integração com outras unidades da paisagem (fluxos e trocas);
- 7) São eliminadas ou reduzidas as ameaças potenciais à saúde e à integridade do ecossistema restaurado;
- 8) Apresenta capacidade de resiliência a eventos normais;
- 9) O ecossistema restaurado apresenta autossustentabilidade igual à do ecossistema de referência.

Um ecossistema é considerado restaurado quando contém recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento sem auxílio ou subsídios adicionais (SER, 2004). Readquirir ou manter essa capacidade é fundamental para a continuidade do processo de restauração na área. Essa capacidade é o que denominamos de **resiliência** do ambiente.

Cabe agora uma reflexão acerca de todo o tema discutido. A atividade de restauração florestal apresenta implicações biológicas, ecológicas, além daquelas de ordem econômica e social.

As propriedades rurais precisam se adequar às exigências legais. Desde que algumas escolhas ecológicas e operacionais sejam acertadas, o trabalho de restauração na propriedade tende a ser mais efetivo, ao mesmo tempo em que demandará menos trabalho para sua implantação, manutenção e monitoramento.

A definição clara dos objetivos do trabalho em uma área, como visto, é um fator decisivo para a adequação dos métodos e estratégias que serão empregados. Alguns elementos precisarão ser recuperados nesse local, entre eles a **funcionalidade** dessas áreas considerando os aspectos biológicos, ou seja, será necessário restabelecer a existência de um fluxo de animais, propiciando troca de material genético entre

as áreas (fluxo gênico). Se critérios assim forem contemplados, os trabalhos de restauração podem restabelecer vários dos aspectos desses ambientes previamente alterados (Figuras 137 e 138).

Figura 137 – Área exposta próxima a um manancial hídrico (Pinhais-PR).



Fonte – Angelo, 2003.

Figura 138 – A mesma área da imagem anterior, após iniciativas de restauração.



Fonte – Angelo, 2013.

Além disso, a funcionalidade também recai nos aspectos físico-químicos. Sob essa óptica, outro aspecto relevante é a necessidade de minimização de **barreiras ecológicas**, como ocorrência de fogo, erosão ou a fragmentação de paisagens.

Em um trabalho de restauração deve-se buscar a reativação de processos ecológicos como a **sucessão natural**. Em outras palavras, o objetivo em um trabalho de restauração não se restringe à constituição de ‘estruturas paisagísticas’, tal como ‘linhas de plantio’. Essas estruturas precisam, portanto, ser acompanhadas da reativação dos processos ecológicos mencionados anteriormente, de tal forma que a restauração na área consiga prosseguir baseada nos próprios recursos.

Deve-se atentar para uma demanda muito importante: a necessidade de perceber as diferenças entre os ambientes, sem a qual não se consegue aplicar muitos dos conceitos apresentados.

O Paraná é um estado com diferentes formações vegetacionais e isso se traduz em diferentes ambientes, que por sua vez apresentam características específicas. Conhecê-las é necessário e decisivo para aqueles que necessitam executar ações voltadas ao propósito de restauração, fazendo com que áreas anteriormente degradadas readquiram funcionalidade ecológica.

Figura 139 – Área com plantio voltado à restauração (Antonina-PR).



Fonte – Angelo, 2007.

Figura 140 – A mesma área da imagem anterior, após pouco mais de três anos (Antonina-PR).



Fonte – Angelo, 2011.

Escolhas adequadas de espécies e técnicas de restauração, adaptadas à realidade local, poderão resultar em maior eficiência nos esforços de trabalho e no uso dos recursos.

Figura 141 – Área com plantio em linhas voltado à restauração (Antonina-PR).



Fonte – Angelo, 2008.

Figura 142 – Regeneração natural na mesma área representada na imagem anterior, após pouco mais de dois anos (Antonina-PR).



Fonte – Angelo, 2011.

Figura 143 – Regeneração natural em área de restauração (Pinhais-PR).



Fonte – Angelo, 2019.

Figura 144 – Ninho utilizado em área de restauração (Pinhais-PR).



Fonte – Angelo, 2018.

Figura 145 – Ação de educação ambiental em área de restauração (Pinhais-PR).



Fonte – Angelo, 2017.

Diante do exposto, esperamos que o conjunto de informações aqui disponibilizado sirva de auxílio para a tomada de decisões em relação ao tema, contribuindo para que uma propriedade rural tenha êxito em seu processo de adequação ambiental, cumprindo os preceitos presentes na Constituição Federal de nosso país e colaborando assim para o que chamamos de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALCALAY, N. *et al.* Informações sobre tecnologia de sementes e viveiro florestal. **Publicação IPRNR, 22**. Porto Alegre: IPRNR Ataliba Paz, 1988. 9p.
- ALCÁNTARA, J. M. *et al.* Early effects of rodent post-dispersal seed predation on the outcome of the plant-seed disperser interaction. **Oikos**, v. 88, n. 2, p. 362-370, feb. 2000.
- AMATO-LOURENÇO, L. F. *et al.* Metrôpoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 30, n. 86, p. 113-130, abr. 2016.
- ANGELO, A. C. **Vegetação ciliar**. Trabalhador em florestamento: essências florestais nativas. Curitiba, SENAR-PR, 2007. 114p.
- ANGELO, A. C. Figuras: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 27, 28, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 104, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144 e 145. Restauração Florestal – regularização ambiental de propriedades rurais. Curitiba: SENAR AR-PR, 2020. 192 p.
- ANGELO, A. C.; Souza, K. K. F. **Programa Gestor de Recursos Florestais**. Santa Cruz do Sul, 2016. 128 p.
- ARAÚJO, M. da S. *et al.* Controle Biológico de formigas-cortadeiras: o caso da predação de fêmeas de *Atta* spp. por *Canthon virens*. **Journal Of Neotropical Agriculture**, Cassilândia, v. 2, n. 3, p. 9-12, 2015. Revista de Agricultura Neotropical. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/273/398>. Acesso em: 4 ago. 2019.
- ASSUNÇÃO, L. G. **Poleiros secos como modelo de nucleação em projetos de Restauração de áreas degradadas**. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, 2006. Monografia. 27 f. Monografia de Bacharelado.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília: Embrapa, 2011. 130p.
- BARROS, C. M. **Indicadores do serviço ambiental de sequestro de carbono em áreas de preservação permanente**. Curitiba: UFPR, 2013. 51 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-graduação em Economia e Meio Ambiente do Departamento, Departamento de Economia Rural e Extensão, Universidade Federal do Paraná. Cap. 51.

BENTO, S. C. **Uso de caixas-ninho pela fauna de vertebrados em relação às variáveis ambientais em um fragmento de floresta amazônica em Altamira-PA.** Altamira, 2018. 26 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Pará, 2018. Disponível em: http://www.ppgbc.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/Dissertacao_silnara.pdf. Acesso em: 2 ago. 2019.

BEZERRA, J. C. F. **Avaliação da mortalidade da *Atta laevigata* Smith (Hymenoptera: Formicidae) utilizando óleo essencial de *Corymbia citriodora* (Hook) Hill & Johnson em condições de laboratório.** Paragominas: UFPA., 2009. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/771/1/TCC%20JADE%20CRISTYNNNE%20FRANCO%20BEZERRA.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2019.

BIANCHETTI, A. Comparação de tratamentos para superar a dormência de sementes de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 2, p. 57-68, jun. 1981. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/282101/1/abianchetti2.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2019.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais.** Florianópolis: Ed. UFSC, 2003. 1423p.

BOLETIM TÉCNICO. Formigas cortadeiras. Instituto Biológico, nº 4 p. 5-31. São Paulo, 1996.

BRAGA, A. J. T *et al.* Enriquecimento do sistema solo-serapilheira com espécies arbóreas aptas para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore** [online], v. 31, n. 6, p. 1145-1154, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622007000600019&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 10 maio 2019.

BRANCALION, P. H. S. *et al.* Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, S. V. (ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados.** Viçosa: UFV, 2013. Cap. 9; p. 262-293.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Bases conceituais para a restauração florestal: processos ecológicos reguladores de comunidade vegetais. In: BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração Florestal.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015. Cap. 4; p. 103-134.

BRASIL. **Lei 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 1º ago. 2019.

BRASIL. **Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003.** Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e dá outras providências. Brasília, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.711.htm#:~:text=LEI%20No%2010.711%2C%20DE%205%20DE%20AGOSTO%20DE%202003.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20o%20Sistema%20Nacional,Mudas%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs&text=Art.. Acesso em: 1 ago. 2019.

BRITO, F. **Corredores ecológicos:** uma estratégia integradora na gestão de ecossistemas. Florianópolis: UFSC, 2006. 273p.

BUDOWSKI, G. **Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes.** Turrialba (Costa Rica) v. 15 (1). p. 40 - 42., 1965.

CADERNOS DA MATA CILIAR, nº 4. **Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares.** São Paulo: SMA, 63 p., 2011. Disponível em: file:///C:/Users/user/Documents/PUC/Recupera%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%A1reas/Nova%20pasta/Cadernos_Mata_Ciliar_4_Monitoramento.pdf. Acesso em: 10 ago. 2019.

CALIXTO JÚNIOR, J. E. D. **Semeadura direta consorciada com plantio de mudas: teste para cobrir o solo e acelerar a restauração florestal.** 2018. 33 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia Universidade de Brasília - UNB, Brasília, DF, 2018. Disponível em: file:///C:/Users/user/Documents/SENAR_Cartilha/materiais/2018_Jos%C3%A9EduardoDiasCalixtoJ%C3%BAnior.pdf. Acesso em: 2 ago. 2019.

CARPANEZZI, A. A. *et al.* **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná.** (Documentos 17). Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 89 p.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. **Espécies Nativas Recomendadas para Recuperação Ambiental no Estado do Paraná, em Solos Não Degradados.** Colombo, Pr: Embrapa Florestas, 2006. 57 p. (Documentos 136). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/313946/1/doc136.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2019.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies florestais brasileiras:** recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília, DF: Embrapa Florestas, 1994. 640p.

CONVENÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA – (CDB, 1992). Banco de dados. Disponível em < [http:// https://www.cbd.int/](http://https://www.cbd.int/)>. Acesso em 10 de agosto de 2019.

CLIMATE-DATA. ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais.** Disponível em <https://pt.climate-data.org/americanosul/brasil/paraná/paranavaí>. (sem data). Acesso em 25 de agosto de 2019.

CORTINES, E. *et al.* Uso de poleiros artificiais para complementar medidas conservacionistas do projeto de Reabilitação de áreas de empréstimo na Amazônia, Tucuruí-PA.: **VI Simpósio Nacional e Congresso Latino-americano de Recuperação de Áreas Degradadas**. A fauna em foco, 2005, Curitiba, PR, 2005. p. 61-69.

CURCIO, G. R. **Relações entre geologia, geomorfologia, pedologia e fitossociologia nas planícies fluviais do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. 2006. 488 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2006.

CURCIO, G. R.; SOUSA, L. P.; BONNET, A.; BARDDAL, M. L. Recomendação de espécies arbóreas nativas por tipo de solo para recuperação ambiental das margens da represa do Rio Iraí, Pinhais, PR. **Floresta**, v. 37, n. 1, p. 113-122, 2007.

CURCIO, G. R. **Classes de solos – Regimes hídricos e os grupos funcionais**. Projeto Biomas. EMBRAPA/SENAR/CNA. 2014. Disponível em: https://ead.senar.org.br/wpcontent/uploads/capacitacoes_conteudos/bioma_cerrado/curso_2/Aula_05_Classes_de_solos_Regimes_hídricos_e_Grupos_funcionais.pdf. Acesso em: 25 ago. 2019.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: Cemig / Lavras: UFLA, 1995. 41p.

DENIZ, M. **Microclima e comportamento animal em sistema silvipastoril com núcleos**. 2018. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/193087/PAGR0408-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em: 8 ago. 2019.

DIAS, C. R.; UMETSU, F.; BREIER, T. B. Contribuição dos poleiros artificiais na dispersão de sementes e sua aplicação na restauração florestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 501-507, Abr-jun, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cflo/v24n2/1980-5098-cflo-24-02-00501.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2019.

DURIGAN, G. O uso de indicadores para monitoramento de áreas em recuperação. *In: CADERNOS DA MATA CILIAR, nº 4*. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares. São Paulo: SMA, p. 11-13, 2011. Disponível em file:///C:/Users/user/Documents/PUC/Recuperação%20de%20áreas/Nova%20pasta/Cadernos_Mata_Ciliar_4_Monitoramento.pdf. Acesso em: 10 ago. 2019.

ENGEL, V. L.; FONSECA, R. C. B.; OLIVEIRA, R. E. de. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Botucatu, SP, v. 12, n. 32, p. 43-64, dez. 1998. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/tecnicas/nr32/cap04.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2019.

ESPINDOLA, M. B. *et al.* (2003). **Poleiros artificiais**: formas e funções. Disponível em: <http://www.sobrade.com.br/eventos/2003/seminario/Trabalhos/012.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2007.

FENNER, M. **Seed Ecology**. New York. Chapman and Hall. 1985. vi, 151 p. 23 cm.

FERREIRA, C. A.; CARVALHO, P. E. R. Manejo dos Plantios e da Vegetação Restaurada. *In*: GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C. de S. (Ed.). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2002. Cap. 7. p. 63-68. Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/CNPFARESTAU.DAMATAATLAN.EMARE.DESUAPRIMIT.OCORRE.NATUR.02%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/CNPFARESTAU.DAMATAATLAN.EMARE.DESUAPRIMIT.OCORRE.NATUR.02%20(1).pdf). Acesso em: 5 ago. 2019.

FERRETTI, A. R. Modelos de Plantio para a Restauração. *In*: GALVÃO, Antonio Paulo Mendes; MEDEIROS, Antonio Carlos de Souza (Ed.). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2002. Cap. 4. p. 21-26. Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/CNPFARESTAU.DAMATAATLAN.EMARE.DESUAPRIMIT.OCORRE.NATUR.02%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/CNPFARESTAU.DAMATAATLAN.EMARE.DESUAPRIMIT.OCORRE.NATUR.02%20(1).pdf). Acesso em: 5 ago. 2019.

FOLHA DE SÃO PAULO. 2018. Crescimento populacional fará mundo mudar de cara até 2100. Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/mundo/2018/07/crescimento-populacional-fara-mundo-mudar-de-cara-ate-2100>. Acesso em: 25 ago. 2019. Dados de 1750 a 1900 são da publicação “The world at six billion” (ONU). A partir de 1950 os números são da “World population prospects: the 2017 revision” (ONU).

GANDOLFI, S. Introdução a novas ideias que ligam espécies, indivíduos e comunidades e sua importância na preservação da biodiversidade e na dinâmica dos ecossistemas florestais. **58º Congresso Nacional de Botânica-A Botânica no Brasil**, 2007, 487-490p.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. E. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GODECKE, M. V. *et al.* O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 8, n. 8, p.1700-1712, 11 jan. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/6380/pdf>. Acesso em: 8 ago. 2019.

GONÇALVES, S. L. **Rotação de Culturas**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 10 p. (Circular Técnica 45). Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/circtec45_000gdx3i47x02wx5ok0ylax2lt6e5fmt.pdf. Acesso em: 7 ago. 2019.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Instrução Normativa nº 4**, de 11 de abril de 2011. Procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD ou Área Alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental. Brasília, DISTRITO FEDERAL, 14 abr. 2011.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências, 1. Rio de Janeiro: FIBGE.

INKOTTE, J. *et al.* Deposição de serapilheira em reflorestamentos de eucalipto e florestas nativas nas regiões Planalto e Oeste do Estado de Santa Catarina. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 106, p. 261-270, jun. 2015. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr106/cap02.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2019.

ITCG - Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. **Clima - Estado Paraná**, 2008. Mapa de Clima do Paraná. Disponível em: http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Mapas_ITCG/PDF/Mapa_Climas_A3.pdf. Acesso em: 13 jun. 2019.

JACOBS, G. A., Evolução dos remanescentes florestais e áreas protegidas no Estado do Paraná. **Cad. Biodivers.**, v. 6, n. 1, p. 73-81, jul. 1999.

JUSTI, J. J. *et al.* Formigas cortadeiras. **Boletim Técnico do Instituto Biológico**, São Paulo, n. 4, mar. 1996, p. 5-31.

KAGEYAMA, P. Y., OLIVEIRA, R. E., MORAES, L. F. D., ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. 340 p.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. 2. ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. 256p.

LEITE, P. F. As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil: proposta de classificação. 1994. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LIMA, C. A.; DELLA LUCIA, T. M. C.; SILVA, N. A. Formigas cortadeiras: biologia e controle. **Boletim de Extensão**, Viçosa, n. 44, p. 1-28, 2001.

LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO V. F. (Eds.). **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. Curitiba: UFPR, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. 130 p. 2007

MARTINS, E. M. *et al.* O uso de sistemas agroflorestais diversificados na restauração florestal na Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 632-648, 30 jun. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/29050/pdf>. Acesso em: 7 ago. 2019.

- MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.
- MEDEIROS, A. C. de S.; NOGUEIRA, A. C. Comportamento Fisiológico, Secagem e Armazenamento de Sementes Florestais Nativas: EMBRAPA Florestas. **Circular Técnica**: 127, Colombo, p.1-13, dez. 2006.
- MORAES, L. F. D.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 437-451, 2010.
- MORAN, E. F. **Meio ambiente & floresta**. São Paulo: Senac, 2010. 224p.
- MORO, R.S.; ROCHA, C.H.; TAKEDA, J.M.; KACZMARECH, R. Análise da vegetação nativa da bacia do Rio São Jorge. **Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde**, Ponta Grossa 2: 33-56. 1996.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974.
- NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. de S. Coleta de sementes florestais nativas: EMBRAPA Florestas. **Circular Técnica**, Colombo, n. 144, p.1-11, dez. 2007.
- OLIVEIRA, F. N. S. *et al.* Influência da cobertura morta no desenvolvimento de fruteiras tropicais. **Documentos**, n. 49, Fortaleza: EMBRAPA, p.1-25, maio 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/424667/1/Dc049.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2019.
- OLIVEIRA, M. D. de *et al.* **Área de Ocorrência do Mexilhão Dourado na Bacia do Alto Paraguai, entre os anos de 1998 e 2004**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2004. 20 p. (Documentos 64).
- OLIVEIRA, M. C. de *et al.* **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. Brasília: Editora Rede de Sementes do Cerrado, 2016. 124 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141891/1/Manual-de-Viveiro-e-producao-de-mudas.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2019.
- PERINI, M. **Chuva de sementes e sistemas sexuais de espécies lenhosas em um trecho de Floresta Ombrófila Densa, Espírito Santo**. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, Es, 2016. Disponível em: http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/7695/1/tese_9989_Disserta%3%a7%3%a3o%20Monique.pdf. Acesso em: 2 jul. 2019.
- PORTAL EMBRAPA **Código Florestal**: adequação da paisagem rural. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal>. Acesso em: 10 out. 2019.

RAMOS, A.; ZANON, A. Dormência em sementes de espécies florestais nativas. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1., 1984, Belo Horizonte-MG. **Anais**. Brasília: ABRATES, 1986. p.241-265.

REIS, A. *et al.* Nucleation in tropical ecological restoration. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 67, n. 2, p. 244-250, abr. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v67n2/a18v67n2.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2019.

REIS, A.; ZAMBONINI, R. M. NAKAZONO, E. M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal: Série Recuperação. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. São Paulo, 1999. 42p. (Série Cadernos da Biosfera; 14). Disponível em: http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_14.pdf. Acesso em: 2 out. 2019.

REIS, A. *et al.* Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza e Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.

REIS, A. *et al.* Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. **Pesq. Flor. bras.**, Colombo, n. 55, jul./dez. 2007.

RIBEIRO, T. M. *et al.* Sobrevivência e crescimento inicial de plântulas de *Euterpe edulis* mart. transplantadas para clareiras e sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 1219-1226, out. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v35n6/a08v35n6>. Acesso em: 2 ago. 2019.

RODERJAN, C. V. *et al.* As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, n. 24, p. 75-92, 2002.

RODRIGUES, R. R. *et al.* Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. E. D. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da USP/Fapesp, 2000.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ; Instituto BioAtlântica, 2009. 256 p

ROSSI, M. J. **Tecnologia para produção de inoculantes de fungos ectomicorrízicos utilizando cultivo submerso em biorreator airlift**. Florianópolis, SC: 2006. 188p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

SANTA CATARINA. **Cartilha adequação da propriedade rural**. AMAVI-Associação dos Municípios do Alto Vale do Itajaí. Itajaí, SC, s/d. 4p.

SANTOS, M. M. G. *et al.* Influência de poleiros naturais e artificiais na expansão da floresta com Araucária sobre os Campos, em São Francisco de Paula, RS. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 594-596, jul. 2007.

SCHIEVENIN, D. F. *et al.* Monitoramento de indicadores de uma área de restauração florestal em Sorocaba-SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 19, n. 1, p. 95-108, fev. 2012. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/f07jgTODeYSG26u_2013-4-29-15-13-59.pdf. Acesso em: 15 out. 2019.

SER – SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL. Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. 2004. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. 15 p., 2004. Disponível em: https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser-primer-portuguese.pdf. Acesso em: 5 jun. 2019.

SILVA, K. A. de *et al.* Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 811-820, set./out. 2015. (Universidade Federal de Viçosa). Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/488/48842815004.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2019.

SILVA, M. R. S.; *et al.* Resiliência: concepções, fatores associados e problemas relativos à construção do conhecimento na área. Université du Québec à Trois-Rivières. **Paideia**, Ribeirão Preto, v. 13, n. 26, p. 147-156, jul./dez. 2003.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. EMBRAPA. (Ed.). 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306 p. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Disponível em: file:///C:/Users/user/Documents/SENAR_Cartilha/materiais/SistemaBrasileiroClassSolos.pdf. Acesso em: 22 jun. 2019.

SOARES, A. A. V. *et al.* Influence of ecological group composition, plantation spacing and arrangement in the restoration of riparian forest on reservoir shores. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p.1107-1118, out. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/25015/pdf>. Acesso em: 4 ago. 2019.

SOARES, D. M.; PORTES, T. de A. Consórcio. *In*: GONZAGA, A. C. de O. (ed.). **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 7; p. 89-96.

STRAUBE, F.C. O cerrado no Paraná: ocorrência original e atual e subsídios para sua conservação. **Cadernos de Biodiversidade** 1 (2):12-24, 1998.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluvial**. Curitiba: UFPR, 1979. 183p.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 3. ed. São Paulo: EDUSP: FAPESP, 2004. p. 235- 247.

THOMAS, J. C. **Formigas cortadeiras**: instruções básicas para o controle. Curitiba: EMATER-Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1990. 32p.

TOSO, L. D. **Nucleação como gatilho ecológico na restauração de áreas mineradas no Rio Grande do Sul**. 2018. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/13817/DIS_PPGEA_2018_TOSO_LUCAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 jul. 2019.

TOWNSEND, C. R., M. BEGON E J. L. HARPER. **Fundamentos em ecologia**. 2. ed. Artmed, Porto Alegre: Artmed, 2006.

UHL, C. *et al.* Restauração da floresta em pastagens degradadas. **Ciência Hoje**, v. 13, p. 22-31, 1991.

VELOSO, H. P. Sistema fitogeográfico. *In*: **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. p. 9-38. (Manuais técnicos em geociências, n.1).

WOLLMANN, L. M.; BASTOS, L. C.. Novo código florestal e reserva legal em propriedades rurais do município de Porto Alegre/RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, p.1-6, 2014. Online. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/2014nahead/0103-8478-cr-00-00-cr20140432.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2019.

ZILLER, S. R.; GALVÃO, F. A degradação da estepe gramíneolenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliotti* e *Pinus taeda*. **Floresta**, v. 32, n. 1, p. 41-47, 2002. Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/document%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/document%20(1).pdf). Acesso em: 10 ago. 2019.

ZILLER, S. R.; ZALBA, S. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. **Natureza & Conservação**, v. 5, n. 2, p. 52-61, 2007.

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 2, p. 417-428, 1974.



SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL

Administração Regional do Estado do Paraná

Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar

Fone: (41) 2106-0401 - Fax: (41) 3323-1779

80010-010 - Curitiba - Paraná

e-mail: senarpr@senarpr.org.br

www.sistemafaep.org.br



Facebook
Sistema Faep



Twitter
SistemaFAEP



Youtube
Sistema Faep



Instagram
sistema.faepe



LinkedIn
sistema-faep



Flickr
SistemaFAEP