



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**  
Centro de Tecnologia e Ciências  
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Warlen Silva da Costa

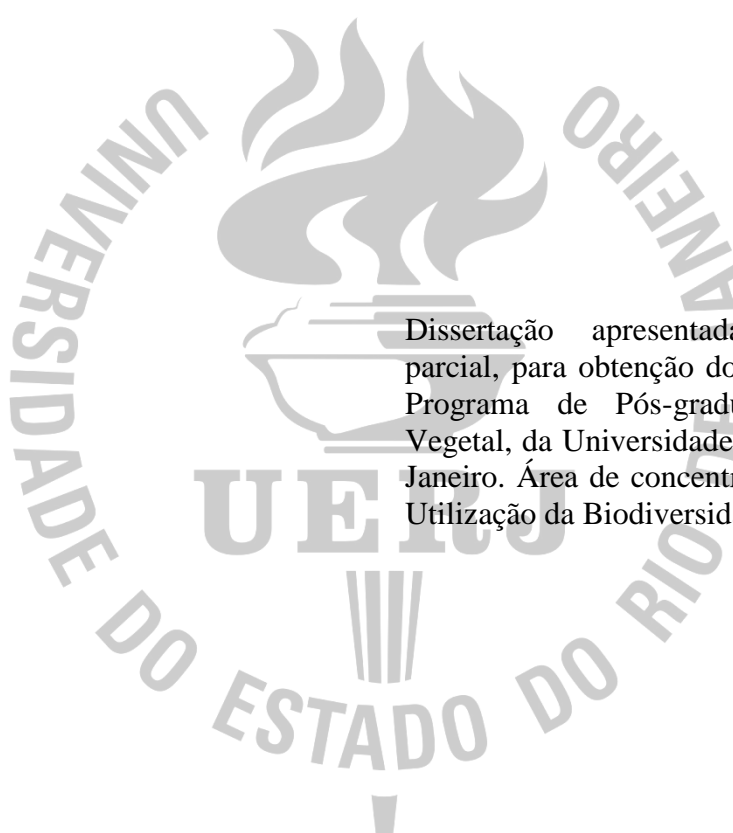
**Anatomia da madeira e dendrocronologia de espécies arbóreas do gênero  
*Machaerium* Pers. (Leguminosae-Papilionoideae)**

Rio de Janeiro

2014

Warlen Silva da Costa

**Anatomia da madeira e dendrocronologia de espécies arbóreas do gênero *Machaerium*  
Pers. (Leguminosae-Papilionoideae)**



Dissertação apresentada, como requisito parcial, para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Conservação e Utilização da Biodiversidade.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Maura Da Cunha

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Claudia Franca Barros

Rio de Janeiro

2014

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

C837 Costa, Warlen Silva da.  
Anatomia da madeira e dendrocronologia de espécies arbóreas do gênero *Machaerium* Pers. (Leguminosae - Papilionoideae)/ Warlen Silva da Costa – 2014.  
102 f.: il.

Orientadora: Maura da Cunha.  
Coorientadora: Cláudia Franca Barros.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.  
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

1. Troncos (Botânica) - Anatomia - Teses. 2. Dendrocronologia - Teses. 3. Leguminosa - Anatomia - Teses. 4. Jacaranda. . I. Cunha, Maura da. II. Barros, Cláudia Franca. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. IV. Título.

CDU 582.583

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Warlen Silva da Costa

**Anatomia da madeira e dendrocronologia de espécies arbóreas do gênero *Machaerium*  
Pers. (Leguminosae-Papilionoideae)**

Dissertação apresentada, como requisito parcial, para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Conservação e Utilização da Biodiversidade.

Aprovado em 21 de fevereiro de 2014.

Orientadoras:

Prof.<sup>a</sup> Dra. Maura Da Cunha

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Prof.<sup>a</sup> Dra. Cláudia Franca Barros

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Arno Fritz das Neves Brandes

Universidade Federal Fluminense

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Cátia Henriques Callado

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

---

Prof. Dr. Haroldo Cavalcante de Lima

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2014

## DEDICATÓRIA

À minha família, noiva e amigos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo o que Ele fez e continua fazendo em minha vida e por permitir que todo este trabalho fosse possível.

À Dr<sup>a</sup> Cláudia Franca Barros por todos os seus ensinamentos, sugestões e conselhos, pela orientação, paciência nos meus “momentos de ansiedade”, dedicação e grande contribuição na minha formação profissional.

À Dr<sup>a</sup> Maura Da Cunha pela orientação, sugestões, carinho, apoio, atenção e paciência durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

A CAPES pelo fornecimento da bolsa durante todo o período deste mestrado e auxílio financeiro para a execução do mesmo.

Aos técnicos do Laboratório de Botânica Estrutural do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Elaine e Rogério, e do Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Jeanne e Silvana, por me ajudarem no processamento do material.

À Xiloteca do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro - RJ, em especial ao Felipe e a Dr<sup>a</sup> Neusa Tamaio, e à Xiloteca Dr. Calvino Mainieri do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - SP, em especial ao Raphael Pigozzo, pela atenção e fornecimento de amostras de madeira.

À Dr<sup>a</sup> Helena Regina Pinto Lima, Dr<sup>a</sup> Cátia Henriques Callado, Dr<sup>a</sup> Cecília Gonçalves Costa, Dr<sup>o</sup> Haroldo Cavalcante de Lima, Dr<sup>o</sup> Sebastião José da Silva Neto, pela ajuda no processamento do material, fornecimento de material bibliográfico e resolução de questões burocráticas.

À coordenadora do Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal Dr<sup>a</sup> Elisabeht Mansur e às secretárias, Vera e Teresa, pela atenção, paciência e eficiência em todas as questões burocráticas ao longo do mestrado.

À Juliana Freire, pela fundamental contribuição na realização das coletas do material para os estudos dendrocronológicos.

À Alessandra Ribeiro Guimarães, pelos ensinamentos, pelo incentivo e por despertar em mim o interesse pela Anatomia Vegetal.

À Dr<sup>a</sup> Fabiana Filardi, pelas discussões valiosas, pela identificação do material botânico, pelos momentos de descontração e por me inserir na “Teia dos Jacarandás”.

Ao Drº Arno Brandes, pelos ensinamentos preciosos de coleta e processamento de madeira, pelo vasto material bibliográfico de dendrocronologia fornecido, pela companhia na realização de coletas, pelas discussões valiosas em anatomia e principalmente em dendrocronologia, por todo o conhecimento de trabalho de campo que adquiri, pela atenção, paciência, incentivo e por todos os momentos de descontração.

À Tahysa e Bruna pelos momentos sérios na discussão do trabalho, pela troca de experiência, companhia na realização de coletas, pelo companheirismo, amizade, pelas infinitas risadas e pelo incentivo principalmente nos momentos mais difíceis.

Ao Marco Antonio, Pablo e Robson (*In memoriam*) pela companhia em trabalhos de campo.

Aos meus amigos botânicos do Jardim, Aline, Fernanda, Monique, Wellington, Camila, Ronnie, Vivian, Thaís e Talvanis, da UERJ, Kathlyn, Camilla, Thaís, Kelly, Maxmira, Monique, Renata, Natasha, Raquel, Vanessa, Luis Fellipe, Maria Sulamita, Antonio Janilson, Ana Beatriz, Carla, Liane e Daniele, e da UESC, Glazielle e João Víctor, pelas risadas e pelos momentos valiosos de descontração e companhia.

Aos meus pais, à minha irmã e à minha noiva Monique, pelo carinho e apoio.

À toda a minha família, tios, primos e minha vó Maria pelo incentivo e ajuda em todos os momentos.

A todos os meus amigos não botânicos, pelas orações e momentos de descanso mental e a todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

O céu anuncia a glória de Deus e nos mostra aquilo que as suas mãos fizeram. Cada dia fala dessa glória ao dia seguinte, e cada noite repete isso à outra noite. Não há discurso nem palavras, e não se ouve nenhum som. No entanto, a voz do céu se espalha pelo mundo inteiro, e as suas palavras alcançam a terra toda. Deus armou no céu uma barraca para o sol. O sol sai dali todo alegre como um noivo, como um atleta ansioso para entrar numa corrida. O sol sai de um lado do céu e vai até o outro lado; nada pode se esconder do seu calor. A lei do Senhor é perfeita e nos dá novas forças. Os seus conselhos merecem confiança e dão sabedoria às pessoas simples.

*Davi (Salmos 19. 1-7), Bíblia Sagrada*



## RESUMO

COSTA, Warlen Silva da. **Anatomia da madeira e dendrocronologia de espécies arbóreas do gênero *Machaerium* Pers. (Leguminosae-Papilionoideae)**. 2014. 102 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

*Machaerium* é um dos maiores gêneros arbóreos tropicais de leguminosas, com cerca de 130 espécies com distribuição predominantemente neotropical e centro de diversidade no Brasil, onde ocorrem cerca de 80 espécies. O gênero ocorre em todos os domínios fitogeográficos do país, porém a Mata Atlântica e a Floresta Amazônica possuem os maiores índices de riqueza e endemismo. As espécies do gênero estão classificadas em cinco seções infragenéricas, que se baseiam principalmente na forma e venação dos folíolos e na presença de estípulas espinescentes. Entretanto, esta classificação tem sido questionada por alguns autores, principalmente quando comparada com análises filogenéticas. Dessa forma, surge a necessidade de buscar outros caracteres que auxiliem na delimitação das espécies e que permitam uma reavaliação na classificação infragenéricas, além de conhecer o potencial para estudos dendrocronológicos das espécies em um bioma tão rico e ameaçado como a Mata Atlântica. O presente trabalho visou estudar a anatomia do lenho de onze espécies arbóreas de *Machaerium* a fim de verificar a consistência das seções infragenéricas, fornecer caracteres diagnósticos para a delimitação das espécies e caracterizar as pontoações intervasculares ornamentadas, para verificar seu potencial diagnóstico no gênero em questão. Além disso, analisar a periodicidade de crescimento e a influência dos fatores climáticos no crescimento de *Machaerium incurptibile*, espécie endêmica da Mata Atlântica. As amostras foram coletadas através de método não destrutivo e processadas seguindo os métodos usuais para anatomia do lenho, microscopia eletrônica de varredura e dendrocronologia. As espécies apresentaram as características anatômicas descritas para a família Leguminosae e para a subfamília Papilionoideae. A presença de faixas de parênquima não lignificado, fibras de paredes delgadas e raios irregularmente estratificados foram importantes na separação de *Machaerium hirtum* das outras dez espécies. As dez espécies restantes foram separadas entre si pelos dados quantitativos do lenho, principalmente diâmetro e frequência de vasos, e também pelos caracteres morfológicos das pontoações ornamentadas, como a projeção ou não das ornamentações na abertura da pontoação. A anatomia da madeira não correspondeu as seções infragenéricas tradicionalmente tratadas para o gênero. Para a dendrocronologia os dados foram analisados com uso do software ARSTAN e foi construída uma cronologia para *M. incurptibile*. As cronologias foram analisadas juntamente com os dados de precipitação e temperatura, onde observou-se uma correlação significativa com a temperatura. A largura dos anéis de crescimento foi correlacionada positivamente com a temperatura média da primavera, época em que a temperatura se encontra mais amena e, negativamente com a temperatura média do verão, onde as temperaturas são mais altas. Também houve correlação negativa entre os eventos mais severos de El Niño e a largura dos anéis de crescimento, demonstrando o efeito deste fenômeno no crescimento da população arbórea, como encontrado em outras espécies tropicais.

Palavras-chave: Anéis de crescimento. Caracteres anatômicos. Fabaceae. Jacarandá. Pontoações ornamentadas.

## ABSTRACT

COSTA, Warlen Silva da. **Wood anatomy and dendrochronology of tree species of the genus *Machaerium* Pers. (Leguminosae-Papilionoideae)**. 2014. 102 f.  
Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

The *Machaerium* genus includes 130 species, which has Neotropical distribution and center of diversity in Brazil with approximately 80 species. The genus is distributed in all phytogeographic areas of the country, but its richness and endemism occurs in the Atlantic Domain and Amazon Forest. The *Machaerium* species are classified in five infrageneric sections, which is based in the presence or absence of spiny stipules and venation patterns and size of leaflets. However, the infrageneric classification of *Machaerium* is controversial according to some authors, mainly when it is compared with phylogenetic analyzes. Thus, there is a need to research new characters that contribute for the species delimitation and an upgrade of the infrageneric classification. Besides, there is necessity to know the dendrochronological potential of the *Machaerium* species in the Atlantic Rain forest, a rich and threatened biome. This study aimed to analyse the wood anatomy of eleven trees species of *Machaerium* to verify the consistency of the infrageneric sections and identify diagnostic characters of the species. And also, to analyze the growth periodicity and the influence of the climatic factors on the growing of *Machaerium incorruptibile*, an endemic specie from Atlantic Rain Forest. Samples were collected with an increment borer and were processed following the usual methods for wood anatomy, scanning electron microscopy and dendrochronology. The species analyzed showed the anatomical characters for the Leguminosae and the Papilionoideae subfamily. The presence of unligified parenchyma bands, fibres very thin-walled and rays irregularly storied were important to separated *Machaerium hirtum* from the other ten species. The remaining ten species were separated between them by quantitative wood characters, especially diameter and vessel frequency, and also by the morphological characters of vested pits, as the ornamentation projections at the pit aperture. The wood anatomy did not corroborate the infrageneric sections in *Machaerium*, like observed in the phylogenetic studies of the genus. The dendrochronology data were analyzed using the software ARSTAN and a chronology was made for *Machaerium incorruptibile*. Analyses with precipitation and temperature were performed, demonstrating a positive significant correlation between the growth rings and the average temperature of spring, when the temperature is milder, and a negative significant correlation between the widths of growth rings and the average summer temperature, when the temperatures are hotter. There was also a negative correlation between the most severe El Niño events and the width of growth rings, demonstrating the effect of this phenomenon on population growth, as found in other tropical species.

Key words: Growth rings. Anatomical characters. Fabaceae. Rosewood. Vested pits

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Mapa de distribuição geográfica das espécies coletadas.....	12
Figura 2 -	Classificação proposta.....	14
Figura 3 -	Área de ocorrência de <i>Machaerium incorruptibile</i> .....	16
Figura 4 -	Diagrama climático para a cidade do Rio de Janeiro.....	16
Figura 5 -	<i>Machaerium acutifolium</i> .....	20
Figura 6 -	<i>Machaerium incorruptibile</i> .....	20
Figura 7 -	<i>Machaerium pedicellatum</i> .....	23
Figura 8 -	<i>Machaerium villosum</i> .....	23
Figura 9 -	<i>Machaerium</i> sp. nova.....	26
Figura 10 -	<i>Machaerium stipitatum</i> .....	26
Figura 11 -	<i>Machaerium nyctitans</i> .....	29
Figura 12 -	<i>Machaerium obovatum</i> .....	29
Figura 13 -	<i>Machaerium scleroxylon</i> .....	32
Figura 14 -	<i>Machaerium leucopterum</i> .....	32
Figura 15 -	<i>Machaerium hirtum</i> .....	34
Figura 16 -	Análise de agrupamento.....	38
Figura 17 -	Análise dos componentes principais.....	38
Figura 18 -	Caracterização geral dos elementos de vaso de <i>Machaerium</i> .....	45
Figura 19 -	Análise de agrupamento com os dados morfológicos das ornamentações.....	47
Figura 20 -	Análise de PCA com os dados morfológicos das ornamentações.....	48
Figura 21 -	Pontoações intervasculares ornamentadas em <i>M. villosum</i> .....	49
Figura 22 -	Pontoações intervasculares ornamentadas em <i>M. nyctitans</i> .....	49
Figura 23 -	Pontoações intervasculares ornamentadas em <i>M. stipitatum</i> .....	50
Figura 24 -	Pontoações intervasculares ornamentadas em <i>M. acutifolium</i> .....	50

Figura 25 - Pontoações intervasculares ornamentadas em <i>M. obovatum</i> .....	51
Figura 26 - Pontoações intervasculares ornamentadas em <i>M. pedicellatum</i> .....	51
Figura 27 - Pontoações intervasculares ornamentadas em <i>M. scleroxylon</i> .....	52
Figura 28 - Pontoações intervasculares ornamentadas em <i>M. leucopterum</i> .....	52
Figura 29 - Pontoações intervasculares ornamentadas em <i>M. incorruptibile</i> .....	53
Figura 30 - Pontoações intervasculares ornamentadas em <i>M. sp. nova</i> .....	53
Figura 31 - Pontoações intervasculares ornamentadas em <i>M. hirtum</i> .....	54
Figura 32 - Análise de agrupamento com os dados morfológicos das ornamentações combinados aos dados anatômicos do lenho.....	55
Figura 33 - Análise de PCA com os dados morfológicos das ornamentações combinados aos dados anatômicos do lenho.....	55
Figura 34 - Camadas de crescimento em <i>Machaerium incorruptibile</i> .....	65
Figura 35 - Lesão cambial em <i>Machaerium incorruptibile</i> .....	66
Figura 36 - Largura (cm) dos anéis de crescimento dos 33 raios analisados.....	67
Figura 37 - Cronologia de <i>Machaerium incorruptibile</i> gerada pelo software ARSTAN.....	67
Figura 38 - Número de amostras (raios) utilizadas na formação da cronologia por ano.....	67
Figura 39 - Incremento acumulado (cm) da população amostrada em relação à idade dos indivíduos analisados.....	68
Figura 40 - Índice de El Niño Oceânico (ONI).....	69
Figura 41 - Coeficiente de correlação entre a correlação dos anéis de crescimento e os dados climáticos.....	70
Figura 42 - Correlação entre os anéis de crescimento e os dados climáticos de temperatura de 1961 a 1978.....	71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Lista das espécies selecionadas para o estudo anatômico do lenho, com suas respectivas seções, locais de coleta e número de registro em Xiloteca.....	11
Tabela 2 -	Lista das espécies selecionadas para o estudo das pontoações intervasculares ornamentadas, com suas respectivas seções, locais de coleta e número de registro em Xiloteca.....	13
Tabela 3 -	Lista de indivíduos de <i>Machaerium incorruptibile</i> coletados para estudos dendrocronológicos.....	17
Tabela 4 -	Dados quantitativos das espécies estudadas.....	35
Tabela 5 -	Lista de variáveis utilizadas na Análise de Agrupamento.....	39
Tabela 6 -	Lista de variáveis utilizadas na Análise de PCA.....	43
Tabela 7 -	Lista das espécies com seu número de registro (RBw/ BCTw) e respectivamente seus dados morfológicos.....	46
Tabela 8 -	Lista de variáveis morfológicas das pontoações intervasculares utilizadas na Análise de Agrupamento.....	47
Tabela 9 -	Lista de variáveis morfológicas das pontoações intervasculares utilizadas na Análise de PCA.....	48
Tabela 10 -	Lista de variáveis anatômicas do lenho combinadas aos dados morfológicos das pontoações intervasculares e utilizadas na Análise de Agrupamento.....	56
Tabela 11 -	Lista de variáveis anatômicas do lenho combinadas aos dados morfológicos das pontoações intervasculares e utilizadas na Análise de PCA.....	62
Tabela 12 -	Informações sobre a cronologia.....	66

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
1.1	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>9</b>
1.2	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
2.1	<b>Anatomia da madeira.....</b>	<b>10</b>
2.2	<b>Arquitetura das pontoações intervasculares ornamentadas.....</b>	<b>13</b>
2.3	<b>Dendrocronologia.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
3.1	<b>Anatomia comparativa da madeira de onze espécies de <i>Machaerium</i>.....</b>	<b>18</b>
3.2	<b>Arquitetura das pontoações intervasculares ornamentadas.....</b>	<b>45</b>
3.3	<b>Dendrocronologia.....</b>	<b>65</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>72</b>
4.1	<b>Anatomia da madeira.....</b>	<b>72</b>
4.2	<b>Arquitetura das pontoações intervasculares ornamentadas.....</b>	<b>74</b>
4.3	<b>Dendrocronologia.....</b>	<b>76</b>
	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>79</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>80</b>

## INTRODUÇÃO

### A família Leguminosae Juss

A família Leguminosae é a terceira maior família de angiospermas, com cerca de 727 gêneros e aproximadamente 19.325 espécies (LEWIS *et al.*, 2005), estando atrás apenas de Orchidaceae e Asteraceae (DOYLE & LUCKOW, 2003). No Brasil, ocorrem cerca de 212 gêneros e 2.722 espécies (LIMA *et al.*, 2012), que apresentam diferentes hábitos como, ervas, lianas, arbustos e árvores (LEWIS *et al.*, 2005). A família está dividida em três subfamílias, a saber, Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae (POLHILL & RAVEN, 1981),

As espécies de Leguminosae estão distribuídas em diferentes habitat, latitudes e altitudes dos mais variados ecossistemas do mundo. Enquanto, Papilionoideae é cosmopolita, as outras duas subfamílias ocorrem principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do globo (POLHILL & HAVEN, 1981). No Brasil, as Leguminosae estão presentes em todos os biomas, com ocorrência de 1.460 espécies endêmicas (LIMA *et al.*, 2012).

A família é a segunda maior em importância econômica e agrícola, com espécies alimentícias, produtoras de fármacos, utilizadas na produção de combustíveis, na construção civil, na confecção de móveis e utensílios domésticos, entre outros (WOJCIECHOWSKI *et al.*, 2004; LEWIS *et al.*, 2005). Além da importância econômica, a família tem fundamental importância ecológica, devido a capacidade de suas espécies estabelecerem associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio (SPRENT, 1994, 2001).

Leguminosae constitui uma família monofilética, assim como as subfamílias Mimosoideae e Papilionoideae. Entretanto, Caesalpinioideae não constitui um grupo natural, sendo parafilética (DOYLE *et al.*, 2000; HERENDEEN *et al.*, 2003; WOJCIECHOWSKI, 2003; WOJCIECHOWSKI *et al.*, 2004; LEWIS *et al.*, 2005).

Papilionoideae é a maior subfamília, com mais de 70 % das espécies de Leguminosae, contendo 477 gêneros distribuídos em 28 tribos (LEWIS *et al.*, 2005). Entre as 28 tribos está a tribo Dalbergieae Bronn ex DC., representada por 19 gêneros lenhosos tropicais, incluindo o gênero *Machaerium* (POLHILL, 1981). Dalbergieae é uma das tribos que compõe o grupo monofilético denominado “leguminosas dalbergioides” (LAVIN *et al.*, 2001). As “leguminosas dalbergioides” são constituídas de três subclados de acordo com dados morfológicos e moleculares, a saber, subclado Adesmia, subclado Pterocarpus e subclado Dalbergia (LAVIN *et al.*, 2001). Esta recente classificação das “leguminosas dalbergioides”

em três subclados, demonstra que a tribo Dalbergieae não é monofilética. Segundo Lavin *et al.* (2001), os representantes de Dalbergieae fazem parte, em sua maioria, do subclado Pterocarpus e apenas *Dalbergia* e *Machaerium* pertencem ao subclado Dalbergia. Outros gêneros da tribo Dalbergieae não fazem parte das “leguminosas dalbergioides” como *Andira*, *Hymenolobium*, *Vatairea* e *Vataireopsis* (LAVIN *et al.*, 2001).

### **O gênero *Machaerium* Pers**

*Machaerium*, estabelecido por Persoon, em 1807, está subordinado à subfamília Papilionoideae e à tribo Dalbergieae Bronn ex DC., que consiste de 19 gêneros e aproximadamente 300 espécies (POLHILL, 1981). O gênero *Machaerium* reúne cerca de 130 espécies com distribuição neotropical, distribuídas do México à Argentina, com um representante ocorrendo na costa oeste africana (KLITGAARD & LAVIN, 2005).

O Brasil é o centro de diversidade do gênero com maior número de espécies que variam de arbóreas, arbustivas e lianescentes, inermes ou espinescentes (FILARDI, 2012). O gênero é amplamente distribuído em todos os principais domínios fitogeográficos no Brasil, sendo este encontrado em diferentes biomas como Caatinga, Cerrado, Floresta Amazônica, Pantanal e Mata Atlântica (FILARDI, 2012). As formas escandentes predominam na hileia amazônica, enquanto as arbóreas, no sul do Brasil (DUCKE, 1949).

O gênero *Machaerium* é um dos maiores gêneros lenhosos de Leguminosae (LEWIS *et al.*, 2005) e muitas de suas espécies são popularmente conhecidas como jacarandá (COIMBRA FILHO, 1950), sendo atualmente raras ou pouco comuns devido à exploração da madeira e a redução do hábitat natural (MENDONÇA FILHO, 2002; FILARDI, 2011). A madeira das espécies denominadas jacarandá é muito utilizada na fabricação de móveis, instrumentos musicais, lambris, painéis, caibros, vigas, ripas, marcos de portas e janelas, venezianas, tábuas e tacos para assoalhos, peças torneadas, cabos de peças de cutelaria fina, tacos de bilhar, cabos de ferramentas, formão, plaina manual, entre outros (MAINIERI & CHIMELO, 1989; GUIMARÃES *et al.*, 1993).

O gênero foi revisado por Benthham (1860), que tratou 56 espécies e por Hoehne (1941), que reconheceu 121 espécies. Benthham (1860) classificou as espécies em cinco séries de acordo com a forma e venação dos folíolos e quanto à presença de estípulas espinescentes. As cinco séries propostas por Benthham foram: *Machaerium* ser. *Lineata* (12 espécies), *Machaerium* ser. *Oblonga* (9 espécies), *Machaerium* ser. *Acutifolia* (8 espécies), *Machaerium*



ser. *Reticulata* (19 espécies) e *Machaerium* ser. *Penninervea* (8 espécies). Posteriormente, em seu trabalho para a Flora Brasiliensis, Bentham (1862) reduziu o número de espécies de *Machaerium* para 43, mantendo as séries descritas anteriormente. Taubert (1894) ergueu as séries propostas por Bentham para categoria de seções, classificação adotada desde então. Os trabalhos taxonômicos posteriores restringiram-se à descrição de novas espécies, bem como o posicionamento destas em suas seções infragenéricas, merecem destaque: Vogel (1837), Loefgren (1905), Macbride (1943), Tamayo (1945), Rudd (1973, 1987), Bastos (1987) e Lewis (1987).

Mendonça Filho (2002) listou 127 espécies, propondo atualizações da nomenclatura e do posicionamento da classificação infragenéricas com base em caracteres tradicionais como forma e venação dos folíolos, presença de estípulas espinoscentes. O autor também utilizou informações sobre as características da plúmula e das plântulas de algumas espécies. De acordo com este trabalho, *Machaerium* sect. *Reticulata* possui 31 táxons, *Machaerium* sect. *Lineata* 29, *Machaerium* sect. *Oblonga* 15, *Machaerium* sect. *Machaerium* 13 e *Machaerium* sect. *Acutifolia* 11.

As cinco seções infragenéricas estabelecidas (BENTHAM, 1860; 1862; TAUBERT, 1894) e tradicionalmente aceitas desde então, têm demonstrado inconsistências de acordo com recentes análises filogenéticas que utilizaram dados morfológicos e moleculares. Rudd (1987) propõe a fusão das seções *Acutifolia* e *Reticulata*. Mendonça Filho (2002) sugere a criação de mais uma seção para comportar as espécies que não se enquadram nas seções existentes. Ribeiro *et al.* (2007) e Filardi (2011), a partir de análises moleculares, demonstraram a inconsistência das seções tradicionais e a necessidade de estudos multidisciplinares e que se utilizem novos caracteres, para o embasamento de uma nova classificação. Desta maneira, este trabalho inclui os caracteres vinculados ao xilema secundário para esta discussão.

## **A anatomia da madeira**

A anatomia do lenho reúne dados de relevância comprovada para o reconhecimento de grupos taxonômicos, além de contribuir para solucionar problemas sobre a posição sistemática de diversos taxa (p. ex.: METCALFE & CHALK; 1950; BRAZIER, 1968; CARLQUIST, 1988; BASS *et al.*, 2000; LENS *et al.*, 2007). Dessa forma, a anatomia da madeira tem sido usada com sucesso na identificação botânica de espécies arbóreas

produtoras de madeira e, em especial, do material comercial desprovido da parte vegetativa (CORADIN, 2003).

Sob o ponto de vista evolutivo, a anatomia da madeira fornece caracteres relevantes para abordagens filogenéticas (DICKISON, 1975). Dickison (2000) menciona que em nenhum outro tecido vegetal, as tendências de evolução estrutural são tão bem definidas como no xilema secundário. Vários autores têm investigado as relações filogenéticas em diferentes táxons utilizando dados anatômicos do lenho como, por exemplo, Oskolski (2001) com a ordem Apiales, Lens *et al.* (2005) com as famílias Maesaceae, Primulaceae (=Myrsinaceae) e Theophrastaceae, Lens *et al.* (2007), com a ordem Ericales, Lens *et al.* (2008) com a subfamília Rauvolfioideae (Apocynaceae), Esteban *et al.* (2009), com o gênero *Abies*, Lens *et al.* (2012) com a família Balsaminaceae e Appelhans *et al.* (2012) com a subfamília Spathelioideae (Rutaceae).

Em Leguminosae, os dados moleculares mostram que Caesalpinoideae é a subfamília que ocupa a posição mais basal, seguida por Mimosoideae e finalmente por Papilionoideae (WOJCIECHOWSKI *et al.*, 2004). Porém, antes dos resultados obtidos pela biologia molecular, Baretta-Kuipers (1981), utilizando as características anatômicas do lenho de representantes das três subfamílias de Leguminosae, concluiu que Caesalpinoideae possui o lenho menos especializado. Para a autora, a estrutura do lenho de Caesalpinoideae pode ser considerada a base, na qual a especialização da madeira de Leguminosae se irradia em dois caminhos: um em direção a Mimosoideae, com a especialização dos raios, e outro em direção a Papilionoideae, com a estratificação de todos os elementos celulares.

Anatomicamente, a família Leguminosae se caracteriza por elementos de vasos curtos com placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, pequenas e ornamentadas, pontoações raiovasculares semelhantes às intervasculares, parênquima paratraqueal normalmente abundante, cristais em câmaras nas células de parênquima, fibras libriformes com pontoações simples e pequenas e raios geralmente homogêneos (METCALFE & CHALK, 1950; BARETTA-KUIPERS, 1981).

As principais características anatômicas da subfamília Papilionoideae são cristais prismáticos presentes em células subdivididas de parênquima axial (GASSON, 2000) e estratificação de todos os elementos celulares (BARETTA-KUIPERS, 1981).

Quanto à tribo Dalbergieae, há uma grande diversidade de caracteres anatômicos entre seus gêneros (BARETTA-KUIPERS, 1981) tornando difícil a caracterização da tribo. Segundo Gasson (2000), a tribo Dalbergieae apresenta os padrões mais complexos na

variação do tipo de parênquima, quando comparada a outras tribos de Papilionoideae. Baretta-Kuipers (1981) e Gasson (2000) referem a existência de dois grupos anatomicamente distintos em Dalbergieae, um formado por *Dalbergia*, *Machaerium* e *Pterocarpus* caracterizado por vasos pequenos, parênquima em faixas, raios curtos e estreitos (1 a 2 células de largura) e estratificação de todos os elementos celulares, e outro grupo formado pelos gêneros *Andira*, *Hymenolobium*, *Vatairea* e *Vataireopsis*, que apresentam vasos largos, parênquima aliforme e confluyente predominante e raios multisseriados, heterocelulares e não estratificados. Essa distinção foi posteriormente corroborada por dados moleculares (LAVIN *et al.*, 2001).

Tendo em vista a importância da anatomia da madeira para diversas abordagens taxonômicas, bem como a necessidade de investigar outros caracteres para reavaliar as seções infragenéricas em *Machaerium*, o presente estudo visou responder os seguintes questionamentos: Existem caracteres do lenho diagnósticos para a identificação das espécies de *Machaerium*? As seções infragenéricas em *Machaerium*, que foram baseadas em caracteres morfológicos da folha, são mantidas pelos caracteres anatômicos do lenho?

### **A arquitetura das pontoações intervasculares ornamentadas**

Os elementos de vaso podem apresentar esculturações em suas paredes e nas pontoações. As pontoações entre elementos de vasos adjacentes que apresentam ornamentações são chamadas de pontoações intervasculares ornamentadas (CARLQUIST, 1988) e as paredes dos elementos de vaso que possuem ornamentações são chamadas paredes ornamentadas (JANSEN *et al.*, 1998a). As pontoações ornamentadas possuem pequenas protuberâncias na parede secundária denominadas ornamentações, que também podem ocorrer na parede interna dos elementos de vaso, sobre os espessamentos helicoidais e nas placas de perfuração (KUCERA *et al.*, 1977; OHTANI *et al.*, 1984b; CARLQUIST, 1988; NAIR & MOHAN RAM, 1989). Tais ornamentações também podem ser observadas em outros tipos celulares como traqueídes, fibras e células parenquimáticas (CRONSHAW, 1965; MEYLAN & BUTTERFIELD, 1974; PARAMESWARAN & LIESE, 1977; OHTANI, 1979; OHTANI, 1986).

A origem e o desenvolvimento das ornamentações ainda não estão totalmente esclarecidas, porém, diversos trabalhos sugerem que seu surgimento está relacionado à deposição principalmente de lignina ao final do processo de diferenciação da parede celular (CRONSHAW, 1965; SCURFIELD & SILVA, 1970; OHTANI & ISHIDA, 1976; KUCERA

*et al.*, 1977; PARAMESWARAN & LIESE, 1977; OHTANI *et al.*, 1984a; OHTANI, 1987). As ornamentações são constituídas de um tipo de lignina mais condensada que a lignina da parede celular devido sua resistência à degradação (DONALDSON & SINGH, 1990; SINGH *et al.*, 1993), hemicelulose e pequenas quantidades de pectina (OHTANI *et al.*, 1984a, SINGH *et al.*, 2002; WATANABE *et al.*, 2006).

A presença ou ausência de ornamentações nas pontoações é um caráter que tem sido utilizado para entender as relações filogenéticas em alguns grupos (JANSEN *et al.*, 2000; JANSEN *et al.*, 2001; RABAEY *et al.*, 2010) e a grande variação na localização, na forma e no tamanho das ornamentações fazem destas estruturas um caráter de grande valor diagnóstico (JANSEN *et al.*, 1998a). Este caráter tem sido encontrado nas Gimnospermas (WARDROP & DAVIES, 1962; CRONSHAW, 1965), nas Monocotiledôneas (PARAMESWARAN & LIESE, 1977; HONG & KILLMANN, 1992) e em 52 famílias de Eudicotiledôneas (JANSEN *et al.*, 1998a). Apesar da ocorrência em várias famílias de Eudicotiledôneas, somente em 23 as ornamentações são mais amplamente distribuídas (JANSEN *et al.*, 1998a). Dentre estas 23 famílias, está Leguminosae, onde as pontoações ornamentadas são diagnósticas para a família (METCALFE & CHALK, 1950). Em Leguminosae, as ornamentações ocorrem nas espécies de quase todas as tribos, com exceção das tribos Cassieae e Cercideae da subfamília Caesalpinoideae (JANSEN *et al.*, 1998a).

Na família Leguminosae, a utilização das ornamentações na diagnose das espécies foi feita por Ohtani & Ishida (1976), que classificaram as ornamentações em quinze tipos com base em seu tamanho e verificaram que a combinação destes tipos foi importante na identificação de 14 espécies. Posteriormente, Ohtani & Fukajawa (1988) classificaram as ornamentações em 4 tipos com base na distribuição e comprimento da ornamentação e observaram diferenças entre 4 espécies de Leguminosae. Nair & Mohan Ram (1989) classificaram as ornamentações em 4 tipos com base em sua forma e distribuição e observaram diferenças entre 37 espécies de Leguminosae.

Tendo em vista que as espécies da família Leguminosae se caracterizam pela presença de pontoações ornamentadas, bem como a importância destas ornamentações como um caráter de valor diagnóstico para diversos grupos taxonômicos, o presente estudo visou responder o seguinte questionamento: A ornamentação das pontoações possui algum valor diagnóstico para o gênero *Machaerium*?

## A dendrocronologia

A dendrocronologia é a ciência que analisa as sequências de medições da largura dos anéis de crescimento das árvores (FRITTS & SWETNAM, 1989). Estas sequências, conhecidas como cronologias, são utilizadas para compreender a relação entre o crescimento radial das populações de plantas e a diversidade de fatores que podem influenciar na ativação ou dormência do câmbio (WORBES, 1995). Com isso, a dendrocronologia pode fornecer dados sobre a ecologia das florestas, sobre a orientação do manejo florestal e das práticas de conservação, além de avaliar os impactos das mudanças climáticas e outros fatores ambientais sobre as florestas (FRITTS & SWETNAM, 1989; ROZENDAAL *et al.*, 2011).

As informações obtidas nos anéis de crescimento das árvores contribuem para estudos envolvendo material arqueológico (DERGACHEV *et al.*, 2001); para reconstrução climática (BONINSEGNA *et al.*, 2009); para estudar a história hidrológica do passado (MEKO & WOODHOUSE, 2005), a ocorrência de incêndios (SWETNAM & DIETERICH, 1983), inundações (SIGAFOOS, 1964), deslizamentos em encostas (GIARDINO *et al.*, 1984); para entender os efeitos das erupções vulcânicas no crescimento das árvores (SMILEY, 1958; YAMAGUCHI, 1983, 1985), para verificar a influência no crescimento das árvores causada pela relação com insetos herbívoros (FERREL, 1980; SWETNAM *et al.*, 1985) e para compreender a influência da precipitação e da temperatura no crescimento radial (ENQUIST & LEFFLER, 2001).

O primeiro a reconhecer a existência de anéis anuais da madeira em ramos de pinheiro, relacionando-os a idade da árvore e seu padrão de espessura com anos mais ou menos secos foi Leonardo da Vinci, durante o século XV (SCHWEINGRUBER, 1988). Desde então, a dendrocronologia têm sido amplamente desenvolvida nas regiões temperadas (WORBES, 1995). Quanto aos trópicos, a dendrocronologia foi negligenciada por um longo tempo (WORBES, 1995; 2002). Porém, Coster (1927) demonstrou a existência de anéis anuais em árvores tropicais. Dessa forma, tornou-se claro que os anéis anuais são formados quando as árvores tropicais experimentam dormência cambial em um período do ano devido às condições desfavoráveis do ambiente. Estas condições desfavoráveis podem estar relacionadas à presença de uma estação seca (p. ex.: WORBES, 1999), a períodos de alagamento (p. ex.: SCHÖNGART *et al.*, 2002) e mudanças na salinidade em manguezais (p.: CHOWDHURY *et al.*, 2008).

Inúmeras famílias botânicas de espécies folhosas tropicais possuem em seu lenho anéis de crescimento sazonais, dentre estas Leguminosae. Nesta família podem-se destacar algumas espécies tropicais que possuem camadas de crescimento distintas e, portanto com potencial para estudos dendrocronológicos como visto por Stahle *et al.* (1999) em *Pterocarpus angolensis*; Callado *et al.* (2001) em *Andira fraxinifolia*, *Lonchocarpus cultratus* e *Platymiscium floribundum*; Fichtler *et al.* (2004) em *Burkea africana* e *Pterocarpus angolensis*; Schöngart *et al.* (2006) em *Daniellia oliveri*, *Afzelia africana*, *Isoberlinia doka* e *Pterocarpus erinaceus*; Locosselli (2010) em duas espécies de jatobá (*Hymenaea courbaril* e *Hymenaea stigonocarpa*); Brandes *et al.* (2011) em lianas dos gêneros *Dalbergia*, *Piptadenia* e *Senegalia* e Paredes-Villanueva *et al.* (2013) em *Machaerium scleroxylon*.

Tendo em vista o avanço da dendrocronologia nos trópicos, bem como o potencial de diversas espécies da família Leguminosae para estudos dendrocronológicos, o presente estudo visou responder o seguinte questionamento: É possível realizar estudos dendrocronológicos com jacarandás na Mata Atlântica? Quais os fatores que mais influenciam a largura dos anéis de crescimento?

## 1 OBJETIVOS

### 1.1 Objetivo geral

Analisar comparativamente a anatomia do lenho de onze espécies arbóreas do gênero *Machaerium*, visando testar sob a perspectiva da anatomia da madeira a consistência das seções infragenéricas estabelecidas por Bentham (1862) e Taubert (1894), identificar caracteres anatômicos diagnósticos para as espécies estudadas e descrever a dinâmica do crescimento radial de *Machaerium incorruptibile* (Vell.) Benth. utilizando a dendrocronologia.

### 1.2 Objetivos específicos

- Descrever a anatomia do lenho de *Machaerium acutifolium* Vogel, *Machaerium hirtum* (Vell.) Stellfeld, *Machaerium incorruptibile* (Vell.) Benth., *Machaerium leucopterum* Vogel, *Machaerium nyctitans* (Vell.) Benth., *Machaerium obovatum* Kuhl & Hoehne, *Machaerium pedicellatum* Vogel, *Machaerium* sp. nova, *Machaerium scleroxylon* Tul., *Machaerium stipitatum* Vogel e *Machaerium villosum* Vogel, visando o reconhecimento de caracteres diagnósticos.
- Caracterizar anatomicamente as pontoações intervasculares ornamentadas, e verificar seu potencial diagnóstico em *Machaerium*.
- Avaliar a consistência das seções infragenéricas clássicas sob a perspectiva da anatomia da madeira.
- Testar a periodicidade anual de crescimento de *Machaerium incorruptibile* por meio do método de marcação cambial (lesão no câmbio).
- Analisar as taxas de incremento radial de *Machaerium incorruptibile*.
- Estimar a idade dos indivíduos de *Machaerium incorruptibile* analisados.
- Reconhecer os fatores ambientais que mais influenciam no crescimento da população de *Machaerium incorruptibile* em um remanescente de Mata Atlântica no Rio de Janeiro.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Anatomia da madeira

Onze espécies arbóreas de *Machaerium* foram estudadas (Tab. 1/ Fig. 1). As amostras provenientes de remanescentes de Mata Atlântica foram coletadas em árvores que não apresentavam deformidades no caule a 1,30 m de altura do nível do solo por método não destrutivo, utilizando sonda de Pressler. A identificação do material botânico foi realizada por especialistas no campo e as amostras obtidas foram depositadas na Xiloteca do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RBw). Também foram utilizadas amostras fornecidas pela Xiloteca Dr. Calvino Mainieri (BCTw) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas/SP.

Para a microscopia óptica (MO), os corpos de prova foram amolecidos por meio de fervura, e posteriormente, seccionados no micrótomo de deslize Leica com espessura entre 16 a 30  $\mu\text{m}$  (BURGER & RICHTER, 1991). Em seguida, foram clarificados, corados com safranina e azul de astra (BUKATSCH, 1972), desidratados e montados com resina sintética (JOHANSEN, 1940; SASS, 1958). Para a confecção de macerados, os elementos celulares foram dissociados utilizando-se a solução de Franklin (JANE, 1956), corados com safranina aquosa 1 % e montados em lâminas semi-permanentes com glicerina 50 % (STRASBURGER, 1924). As lâminas obtidas foram descritas e mensuradas de acordo com as recomendações do IAWA Committee (1989). Para as contagens e captura de imagens utilizou-se o software Image Pro Plus versão 4.0 para Windows acoplado ao microscópio Olympus BX50 e a câmera Coolsnap.

Para os testes histoquímicos, foram utilizados cortes seccionados em micrótomo de deslize. Foi utilizado Lugol para determinação de amido; cloreto férrico 10% para compostos fenólicos; e Sudan III para óleos e suberina (JOHANSEN, 1940). Testes controle foram realizados conforme recomendação de Johansen (1940).

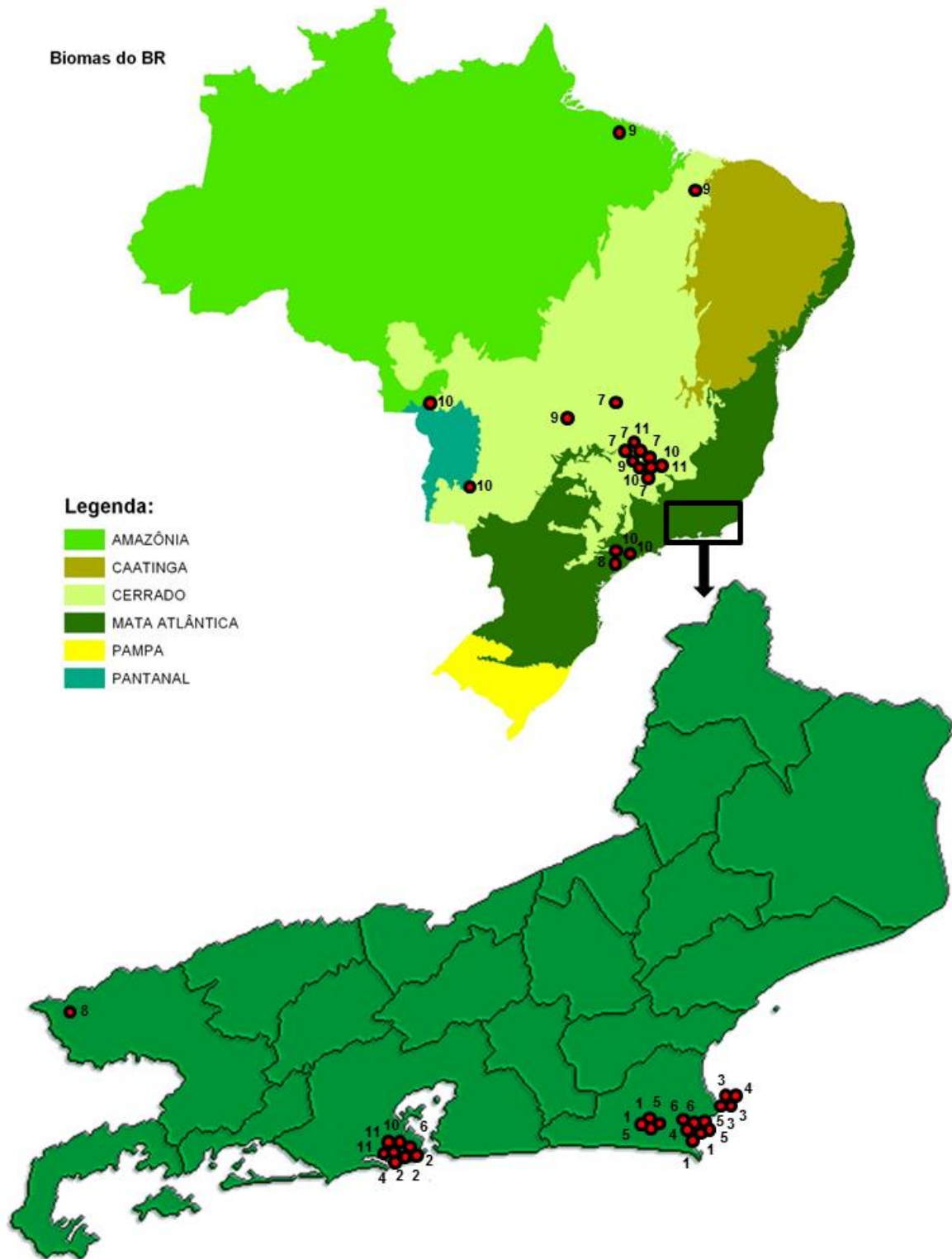
As análises estatísticas foram realizadas com o pacote estatístico R (R CORE TEAM, 2012). O teste de Shapiro-Wilk W foi utilizado para testar a normalidade das amostras (ZAR, 1996). Além disso, foi utilizada a análise de fatores pelo método de componentes principais (PCA) na definição das características que mais se destacaram na diferenciação das espécies, influenciando no modelo espacial produzido (MANLY, 1994). Com os dados qualitativos e os quantitativos transformados em intervalos de frequência foi realizada a análise de agrupamento utilizando o coeficiente de Jaccard (ROMESBURG, 1984).



Tabela 1 - Lista das espécies selecionadas para o estudo anatômico do lenho, com suas respectivas seções, locais de coleta e número de registro em Xiloteca (RBw: Xiloteca do Jardim Botânico do Rio de Janeiro/ BCTw: Xiloteca Dr. Calvino Mainieri).

Seção	Espécie	Procedência	Xiloteca
<i>Lineata</i>	<i>M. hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	MG, Paraopeba, Fazenda do Funil	RBw 3605
		MG, João Pinheiro	RBw 6359
		RJ, Jardim Botânico	RBw 9134
		RJ, Jardim Botânico	RBw 9135
<i>Reticulata</i>	<i>M. leucopterum</i> Vogel	RJ, Jardim Botânico, Horto Florestal	RBw 1354
		RJ, Búzios, Mirante pra Lagos	RBw 9153
		RJ, Cabo Frio, Centrinho, Estrada para a Lixeira	RBw 9154
<i>Acutifolia</i>	<i>M. stipitatum</i> Vogel	RJ, Iguaba Grande	RBw 9141
		RJ, Iguaba Grande	RBw 9144
		RJ, Cabo Frio, Peró, Estrada para a Praia das Conchas	RBw 9148
		RJ, Cabo Frio, Peró, Estrada para a Praia das Conchas	RBw 9149
	<i>M. acutifolium</i> Vogel	PA, Monte Alegre do Maú, Colônia da Mulata	RBw 2773
		GO, Aparecida de Goiania, Km 3	RBw 5117
		MG, João Pinheiro , Km 426	RBw 5175
		MA, Timon, Buriti Cortado	RBw 6109
	<i>M. incorruptibile</i> (Vell.) Benth.	RJ, Jardim Botânico, Mata do Parque da Gávea	RBw 2166
		RJ, Copacabana, Morro São João, Ladeira dos Tabajaras	RBw 9176
		RJ, Copacabana, Morro São João, Ladeira dos Tabajaras	RBw 9177
	<i>M. pedicellatum</i> Vogel	RJ, Jardim Botânico, Horto Florestal	RBw 1353
		RJ, Cabo Frio, Centrinho, Estrada para a Lixeira	RBw 9156
		RJ, Búzios, Alto da Brava, Mirante	RBw 9159
	<i>M. villosum</i> Vogel	RJ, Rio de Janeiro	RBw 300
		SP, São Paulo	RBw 1597
		SP, São Paulo	RBw 1832
		MG, próximo de Felixlândia, Bacia de Três Marias	RBw 3524
		MG, Montes Claros, Vale do Jequitinhonha, Fazenda Ribeirão de Areia	RBw 6086
		MT, Cáceres	BCTw 4642
MG, Felixlândia, Mata do Capão Grande, a margem do rio Paraopeba, bacia de Três Marias a 95 km do Horto de Paraopeba, rodovia para Brasília		BCTw 8575	
MS, Aquidauana		BCTw 10724	
RJ, Búzios, Praia Rasa, Brejo da Fazendinha		RBw 9164	
RJ, Búzios, Praia Rasa, Brejo da Fazendinha		RBw 9165	
RJ, Búzios, Praia Rasa, Brejo da Fazendinha	RBw 9166		
<i>Oblonga</i>	<i>M. nyctitans</i> (Vell.) Benth.	SP, São Paulo	RBw 1698
		RJ, Parque Nacional do Itatiaia	RBw 2240
	<i>M. obovatum</i> Kuhl. & Hoehne	RJ, Iguaba Grande	RBw 9145
		RJ, Iguaba Grande	RBw 9146
		RJ, Cabo Frio, Peró, Estrada para a Praia das Conchas	RBw 9151
		RJ, Cabo Frio, Peró, Estrada para a Praia das Conchas	RBw 9152
	<i>M. scleroxylon</i> Tul.	MG, Horto Florestal de Paraopeba	RBw 3509
		MG, próximo de Felixlândia, Bacia de Três Marias	RBw 3577
		DF, próximo à Brasília	RBw 5218
		MG, Paracatu, Unaí	BCTw 10865
		MG, Paracatu	BCTw 14860

Figura 1 - Mapa de distribuição geográfica das espécies coletadas



Legenda: 1: *M. stipitatum*. 2: *M. incorruptibile*. 3: *M. sp nova*. 4: *M. pedicellatum*. 5: *M. obovatum*. 6: *M. leucopterm*. 7: *M. scleroxylon*. 8: *M. nyctitans*. 9: *M. acutifolium*. 10: *M. villosum*. 11: *M. hirtum*.

Fonte: Mapa de Biomas do Brasil – IBGE, 2004, Rio de Janeiro (adaptado).

## 2.2 Arquitetura das pontoações intervasculares ornamentadas

Para a análise das ornamentações das pontoações intervasculares, as amostras de madeira das onze espécies de *Machaerium* (Tab. 2) foram seccionadas com cerca de 20 µm de espessura e desidratadas ao ar livre. Nas secções obtidas, os elementos de vaso foram selecionados em um microscópio estereoscópico e, posteriormente, fixados com fita de carbono sobre suportes metálicos, metalizados e analisados em microscópio eletrônico Zeiss EVO 40 (JANSEN *et al.*, 1998b).

Tabela 2 - Lista das espécies selecionadas para o estudo das pontoações intervasculares ornamentadas, com suas respectivas seções, locais de coleta e número de registro em Xiloteca (RBw: Xiloteca do Jardim Botânico do Rio de Janeiro/ BCTw: Xiloteca Dr. Calvino Mainieri).

Seção	Espécies	Procedência	Xiloteca
<i>Lineata</i>	<i>M. hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	MG, João Pinheiro	RBw 6359
		RJ, Jardim Botânico, Rua Pacheco Leão na bifurcação com a Rua D. Castorina.	RBw 9134
		RJ, Jardim Botânico, Rua Pacheco Leão na bifurcação com a Rua D. Castorina.	RBw 9135
<i>Reticulata</i>	<i>M. leucopterum</i> Vogel	RJ, Cabo Frio, Centrinho, Estrada para a Lixeira	RBw 9153
<i>Acutifolia</i>	<i>M. stipitatum</i> Vogel	RJ, Iguaba Grande	RBw 9141
		RJ, Cabo Frio, Peró, Estrada para a Praia das Conchas	RBw 9148
	<i>M. acutifolium</i> Vogel	GO, Aparecida de Goiania, Km 3	RBw 5117
		MG, João Pinheiro, Km 426	RBw 5175
	<i>M. incorruptibile</i> (Vell.) Benth.	RJ, Copacabana, Morro São João, Ladeira dos Tabajaras, no entorno da Pedra da Agulhinha	RBw 9177
	<i>M. pedicellatum</i> Vogel	RJ, Cabo Frio, Centrinho, Estrada para a Lixeira	RBw 9156
	<i>M. villosum</i> Vogel	SP, São Paulo	RBw 1597
		MG, Felixlândia, Mata do Capão Grande, a margem do rio Paraopeba, bacia de Três Marias a 95 km do Horto de Paraopeba, rodovia para Brasília	BCTw 8575
		RJ, Búzios, Praia Rasa, Brejo da Fazendinha	RBw 9164
	<i>M. sp. nov.</i>	RJ, Búzios, Praia Rasa, Brejo da Fazendinha	RBw 9165
<i>Oblonga</i>	<i>M. nyctitans</i> (Vell.) Benth.	SP, São Paulo	RBw 1698
	<i>M. obovatum</i> Kuhl. & Hoehne	RJ, Iguaba Grande	RBw 9146
	<i>M. scleroxylon</i> Tul.	MG, Horto Florestal de Paraopeba	RBw 3509
		MG, Paracatu, Unai	BCTw 10865

Inicialmente, houve a tentativa de descrever as ornamentações com base nas classificações existentes na literatura como, por exemplo, a classificação de Ohtani e Ishida (1976), de Van Vliet (1978), de Ohtani & Fukazawa (1988) e de Nair & Mohan Ram (1989). Porém, não foi possível utilizar as classificações supracitadas devido a dificuldade encontrada

para classificar o padrão visto em *Machaerium* dentro destas classificações. Portanto, o presente estudo propõe uma nova classificação com base nas diferenças morfológicas encontradas nas espécies estudadas de *Machaerium*. A classificação proposta foi baseada tanto na diferença do padrão de distribuição das ornamentações na câmara da pontoação (Tipo C: Pit Chamber), quanto na diferença da projeção das ornamentações em direção ao lúmen do elemento de vaso (Tipo A: Pit Aperture). A classificação proposta é apresentada a seguir:

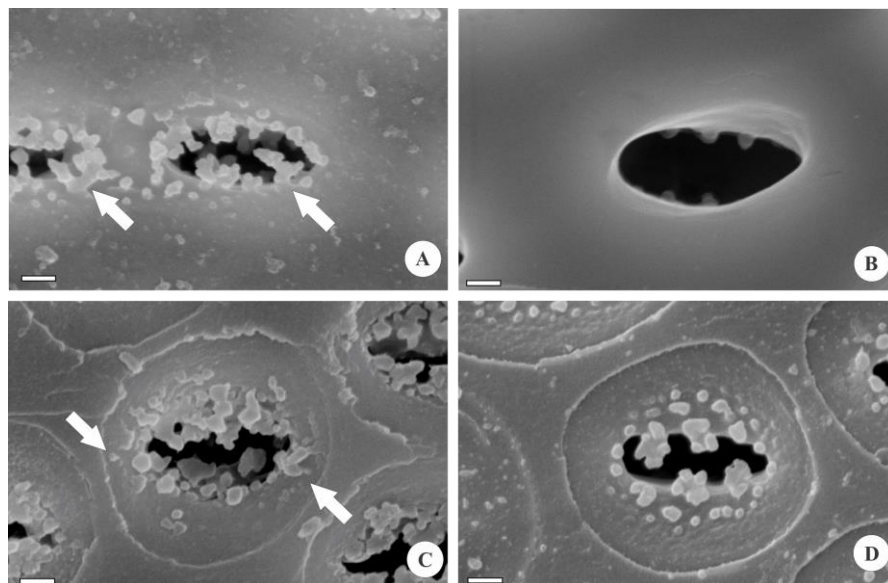
Tipo A1: As ornamentações da abertura da pontoação se projetam para o lúmen do elemento de vaso (Fig. 2A).

Tipo A2: As ornamentações da abertura da pontoação não se projetam para o lúmen do elemento de vaso (Fig. 2B).

Tipo C1: As ornamentações estão distribuídas por toda a câmara da pontoação desde a abertura até o teto da pontoação, ou seja, até a margem da aréola. O tipo C1 corresponde ao tipo A da classificação de Van Vliet (VAN VLIET, 1978; VAN VLIET & BAAS, 1984; JANSEN *et al.*, 2008) e ao tipo 1 da classificação de Nair & Mohan Ram (1989) (Fig. 2C).

Tipo C2: As ornamentações estão distribuídas somente ao redor do canal da pontoação. O tipo C2 corresponde ao tipo B da classificação de Van Vliet (VAN VLIET, 1978; VAN VLIET & BAAS, 1984; JANSEN *et al.*, 2008) e ao tipo A da classificação de Ohtani & Fukazawa (1988) (Fig. 2D).

Figura 2 - Classificação proposta.



Legenda: **A:** Tipo A1, com detalhe da projeção das ornamentações em direção ao lúmen do vaso (seta), em *M. sp. nova*. **B:** Tipo A2, em *M. nyctitans*. **C:** Tipo C1, com detalhe das ornamentações no teto da pontoação (seta), em *M. scleroxylon*. **D:** Tipo C2, em *M. stipitatum*. Barra=1µm

### 2.3 Dendrocronologia

Para as análises dendrocronológicas foram selecionados dez indivíduos de *Machaerium incorruptibile* de fuste reto e sem deformidades aparentes (Tab.3), ocorrentes em um remanescente de Mata Atlântica na Ladeira dos Tabajaras, ao redor da Pedra da Agulhinha, no bairro de Copacabana, RJ, a 22° 57' S de latitude e 43° 11' O de longitude (Fig. 3). A cidade do Rio de Janeiro possui precipitação média anual de 1.069,4 mm e temperatura média anual de 23,8 °C (INMET, 2013- Fig. 4). O clima é tropical com estação seca no período do inverno (Aw), segundo a classificação de Köppen (1948).

Inicialmente foi realizada uma marcação no câmbio com a utilização de uma sonda de Pressler em 26 de maio de 2010, a lesão foi coletada em 11 de março de 2013, com o objetivo de analisar o resultado da cicatriz deixada e verificar a periodicidade de formação dos anéis pelo método da marcação cambial (MARIAUX, 1967).

Posteriormente, foram coletados quatro raios de cada indivíduo utilizando sonda de Pressler (Tab. 3). As amostras foram coletadas a altura do peito, fixadas em suportes de madeira com cola e deixadas para secar a sombra e temperatura ambiente (ARGOLLO *et al.*, 2004). Após completa secagem, as amostras foram polidas com lixas de granulação de 60 a 1.200. Depois do polimento, os anéis de crescimento foram identificados com o auxílio de microscópio estereoscópio Olympus SZ61 (1,2 x). Imagens das secções transversais foram realizadas com a câmera Olympus SC30 acoplada ao microscópio estereoscópio (1,2 x). As imagens produzidas foram montadas e a largura (cm) dos anéis de crescimento foram medidas com o software Image Pro Plus versão 4.0 para Windows.

Com as medidas da largura dos anéis de crescimento foi realizada a datação cruzada com auxílio do programa COFECHA (HOLMES, 1983), para verificar a qualidade, sincronização e correção dos dados. Durante o processo houve a correção de prováveis erros de medição.

Para a elaboração da cronologia foi utilizado o programa ARSTAN (HOLMES *et al.*, 1986) e aplicado o processo de dupla retirada de tendências. Para verificar a influência dos fatores ambientais no crescimento radial das árvores foi realizada uma análise de correlação de Pearson através do programa BioEstat 5.0 para Windows, onde foi observada a correlação entre a série estandardizada e os dados mensais, anuais (média entre os meses de janeiro a dezembro de cada ano) e estacionais (média entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro =

verão; março, abril e maio = outono; junho, julho e agosto = inverno; setembro, outubro e novembro = primavera, para cada ano) de precipitação e de temperatura.

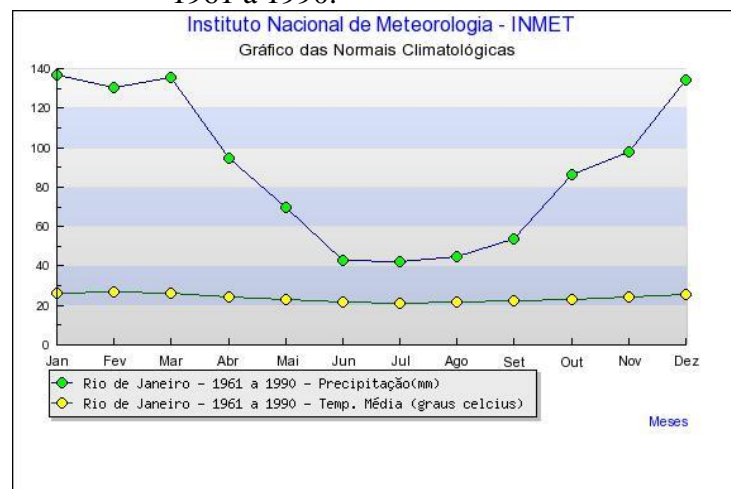
Figura 3 - Área de ocorrência de *Machaerium incorruptibile*



Legenda: **A:** Mapa político da área estudada e imagem de satélite da área de coleta localizada no bairro de Copacabana, RJ (círculo amarelo). **B:** Imagem da área de estudo evidenciando o entorno da Pedra da Agulhinha.

Fonte: Software Google Earth.

Figura 4 - Diagrama climático para a cidade do Rio de Janeiro, apresentando a média mensal de precipitação e temperatura durante os anos de 1961 a 1990.



Fonte: INMET, 2013.

Tabela 3 - Lista de indivíduos de *Machaerium incorruptibile* coletados para estudos dendrocronológicos. Para cada indivíduo é apresentado o número de registro na Xiloteca do JBRJ, a circunferência à altura do peito (CAP), o diâmetro à altura do peito (DAP), a altura estimada (AE), a idade, o número de raios coletados (RC), o número de raios utilizados (RU), o incremento radial médio (IRM) e os indivíduos selecionados para a avaliação da periodicidade de crescimento.

Árvore	RBw	CAP (cm)	DAP (cm)	AE (m)	Idade (anos)	RC	RU	IRM (cm/ ano)	Janela de Mariaux
1	10199	91,0	28,9	10,0	55	4	2	0,32	
2	9171	48,0	15,2	6,0	45	4	4	0,28	X
3	9172	32,0	10,1	6,5	25	4	4	0,30	X
4	10200	38,0	12,1	6,5	41	4	4	0,26	
5	9173	46,0	14,6	7,0	41	4	4	0,28	
6	9174	36,0	11,4	5,0	38	4	4	0,20	
7	9175	64,0	20,3	8,0	59	4	4	0,24	X
8	9176	32,0	10,1	4,0	43	4	3	0,22	X
9	9177	54,0	17,1	9,0	37	4	2	0,28	
10	10201	27,0	8,5	4,5	31	4	2	0,20	

Os dados climáticos foram obtidos de uma plataforma de coleta de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2013) na cidade do Rio de Janeiro – N°: 83743 (Latitude: -22.88°, Longitude: -43.18°), pelo Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, Estação Copacabana – N°: 6 (Latitude: -22,98639°, Longitude: -43,18944°) e pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2013). Os dados climáticos de temperatura média mensal de 1961 a 1978 e os de 2003 a 2012 foram obtidos pelo INMET. Os dados de precipitação média mensal de 1961 a 1983 foram obtidos pelo INMET e os de 1997 a 2011 foram obtidos pela Estação Copacabana. O índice de El Niño oceânico mensal de 1955 a 2013 foi obtido pelo NOAA. Não foi possível obter dados climáticos de temperatura no período de 1979 a 2003 e de precipitação no período de 1984 a 1997, por não estarem disponíveis nas plataformas consultadas.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Anatomia comparativa da madeira de onze espécies de *Machaerium*

Todas as espécies estudadas apresentam porosidade difusa, agrupamento dos vasos em múltiplos radiais e cachos, contorno do vaso circular a oval, placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas e ornamentadas, pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho, fibras libriformes, parênquima axial confluyente envolvendo dois a três vasos ou formando faixas, parênquima em faixas, parênquima axial constituído de 2 células por série, raios compostos por células procumbentes, estratificação do parênquima axial e fibras e cristais prismáticos em câmaras do parênquima axial. A descrições padronizadas das onze espécies estudadas estão a seguir divididas por seção.

#### Seção *Acutifolia*

##### *Machaerium acutifolium* Vogel (Fig. 5/ Tab. 4)

**Camadas de crescimento:** distintas demarcadas por faixas de parênquima marginal e dilatação dos raios (Fig. 5A).

**Elementos de vaso:** porosidade difusa;  $8/\text{mm}^2$ , solitários e múltiplos de 2 a 4, podendo ocorrer até 6 (raro) elementos em arranjo radial e cachos de até 5 elementos (Fig. 5A); seção circular a oval; comprimento médio de  $179,5 \mu\text{m}$ , diâmetro tangencial médio  $118,7 \mu\text{m}$ , paredes com cerca de  $4,6 \mu\text{m}$  de espessura; placas de perfuração simples; pontoações intervasculares ornamentadas, pequenas ou médias (somente na amostra RBw 5117), alternas, formato circular a oval com cerca de  $7,0 \mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho ; presença de tilos e depósitos de natureza lipídica nos elementos de vaso.

**Fibras:** gelatinosas (Fig. 5D) e não gelatinosas, com pontoações simples; comprimento médio de  $1009,7 \mu\text{m}$ , diâmetro médio de  $18,9 \mu\text{m}$ , lume de  $8,5 \mu\text{m}$ ; paredes finas a espessas com cerca de  $5,2 \mu\text{m}$  de espessura.

**Parênquima axial:** apotraqueal difuso e difuso em agregados; paratraqueal aliforme, confluyente em trechos curtos (envolvendo de 2-3 vasos) e confluyente tendendo a formar faixas



com largura de 2-4 células; presença de parênquima marginal; seriado com 2 células de altura (199,9  $\mu\text{m}$ ) (Fig. 5B).

**Raios:** cerca de 7/mm<sup>2</sup>; unisseriados e multisseriados, com largura de até 4 (raro) células e cerca de 25,4  $\mu\text{m}$ ; altura média de 164,5  $\mu\text{m}$ ; presença de raios multisseriados fusionados (raros); homocelulares compostos por células procumbentes (Fig. 5C).

**Inclusões minerais:** presença de cristais prismáticos em câmaras do parênquima axial, com um cristal por câmara, chegando a 10 por série.

**Estratificação:** de vasos, fibras, parênquima axial e raios.

*Machaerium incorruptibile* (Vell.) Benth. (Fig. 6/ Tab. 4)

**Camadas de crescimento:** distintas demarcadas por faixas de parênquima marginal e pela redução da frequência de faixas próximas aos limites da camada de crescimento.

**Elementos de vaso:** porosidade difusa; 31/mm<sup>2</sup>, solitários e múltiplos de 2 a 4, podendo ocorrer até 6 (raro) elementos em arranjo radial, 2-6 (raro) elementos em arranjo tangencial e cachos de até 6 elementos (Fig. 6A), seção circular a oval, comprimento médio de 183,0  $\mu\text{m}$ , diâmetro tangencial médio de 67,7  $\mu\text{m}$ , paredes com cerca de 4,3  $\mu\text{m}$  de espessura, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares ornamentadas, pequenas, alternas, formato circular a oval com cerca de 6,4  $\mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho; presença de depósitos de natureza lipídica nos elementos de vaso (Fig. 6D).

**Fibras:** gelatinosas e não gelatinosas, com pontoações simples; comprimento médio de 712,2  $\mu\text{m}$ , diâmetro médio de 15,0  $\mu\text{m}$ , lume de 7,3  $\mu\text{m}$ ; paredes finas a espessas com cerca de 3,9  $\mu\text{m}$  de espessura; presença de fibras com extremidades bifurcadas.

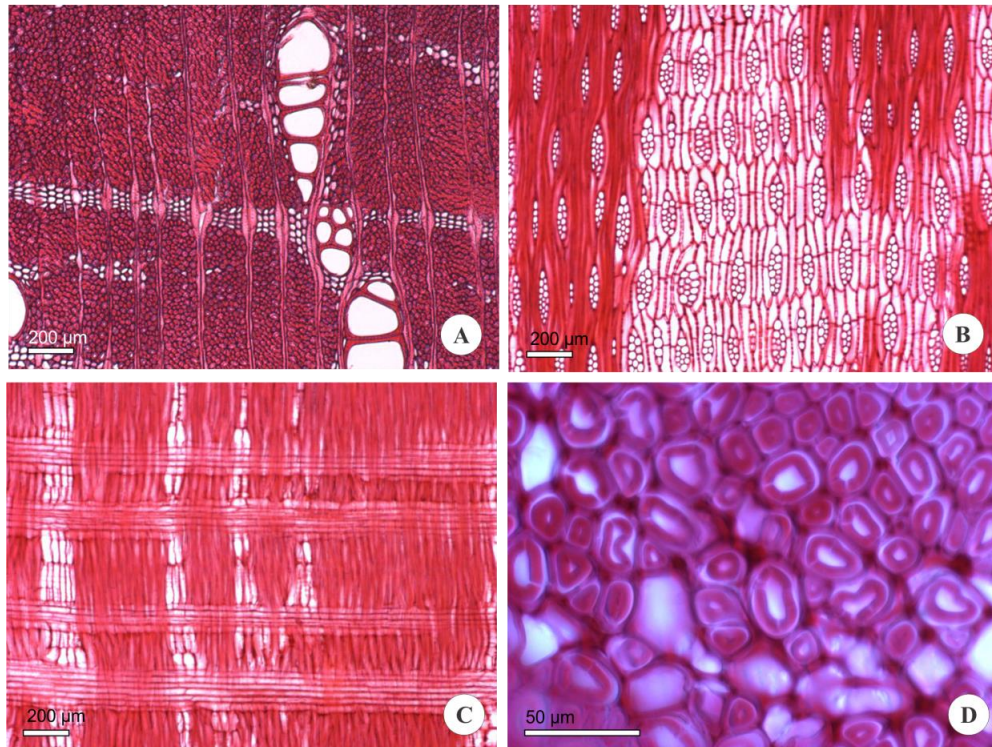
**Parênquima axial:** apotraqueal difuso e difuso em agregados; paratraqueal aliforme e confluyente em trechos curtos (envolvendo de 2-3 vasos) e confluyente tendendo a formar faixas com largura de 2-3 e 4 (raro) células; presença de parênquima marginal; seriado com 2 células de altura (192,3  $\mu\text{m}$ ) (Fig. 6B).

**Raios:** cerca de 11/mm<sup>2</sup>, unisseriados e bisseriados, sendo os unisseriados mais frequentes, largura média de 11,7  $\mu\text{m}$ ; altura média de 135,2  $\mu\text{m}$ ; compostos exclusivamente por células procumbentes (Fig. 6C).

**Inclusões minerais:** presença de cristais prismáticos em câmaras do parênquima axial, com um cristal por câmara, chegando a 16 por série.

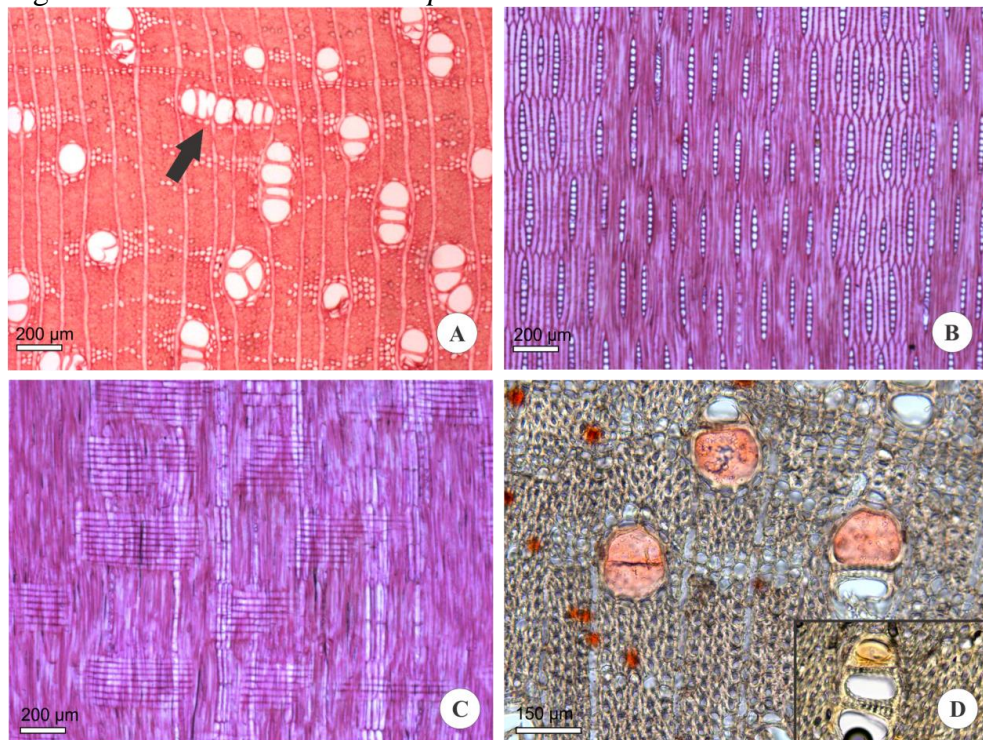
**Estratificação:** dos vasos, fibras, parênquima axial e raios.

Figura 5 - *Machaerium acutifolium*



Legenda: **A:** Seção transversal. **B:** Seção longitudinal tangencial. **C:** Seção longitudinal radial. **D:** Fibras gelatinosas reveladas com corante safranina.

Figura 6 - *Machaerium incorruptibile*



Legenda: **A:** Seção transversal, com detalhe dos vasos em arranjo tangencial (seta). **B:** Seção longitudinal tangencial. **C:** Seção longitudinal radial. **D:** Depósitos de natureza lipídica evidenciados com Sudam III, retângulo=corte anatômico controle sem tratamento com reagentes.

***Machaerium pedicellatum* Vogel (Fig. 7/ Tab. 4)**

**Camadas de crescimento:** distintas demarcadas por faixas de parênquima marginal e pelo aumento da frequência de faixas próximas aos limites da camada de crescimento.

**Elementos de vaso:** porosidade difusa;  $47/\text{mm}^2$ , solitários e múltiplos de 2 a 4, podendo ocorrer até 6 (raro) elementos em arranjo radial e cachos de até 6 elementos (raro) (Fig. 7A); seção circular a oval, comprimento médio de  $186,7 \mu\text{m}$ , diâmetro tangencial médio  $58,7 \mu\text{m}$ , paredes com cerca de  $4,7 \mu\text{m}$  de espessura, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares ornamentadas, pequenas, alternas, formato circular a oval com cerca de  $5,6 \mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho; presença de depósitos de natureza lipídica nos elementos de vaso.

**Fibras:** gelatinosas e não gelatinosas, com pontoações simples; comprimento médio de  $634,1 \mu\text{m}$ , diâmetro médio de  $13,8 \mu\text{m}$ , lume de  $4,5 \mu\text{m}$ ; paredes espessas com cerca de  $4,6 \mu\text{m}$  de espessura (Fig. 7D); presença de fibras com extremidades bifurcadas.

**Parênquima axial:** apotraqueal difuso e difuso em agregados; paratraqueal vasicêntrico, aliforme e confluyente em trechos curtos (envolvendo de 2-3 vasos) e confluyente tendendo a formar faixas com largura de 2-3 e 4 (raro) células; presença de parênquima marginal; seriado com 2 ou raramente 3 células de altura ( $187,3 \mu\text{m}$ ) (Fig. 7B).

**Raios:** cerca de  $8/\text{mm}^2$ , unisseriados e bisseriados, sendo os unisseriados mais frequentes, largura média de  $12,5 \mu\text{m}$ ; altura média de  $135,5 \mu\text{m}$ ; compostos exclusivamente por células procumbentes (Fig. 7C).

**Inclusões minerais:** presença de cristais prismáticos em câmaras do parênquima axial, com um cristal por câmara, chegando a 16 por série.

**Estratificação:** dos vasos, fibras, parênquima axial e raios.

***Machaerium villosum* Vogel (Fig. 8/ Tab. 4)**

**Camadas de crescimento:** distintas demarcadas por faixas de parênquima marginal e pela dilatação dos raios próximos ao parênquima marginal.

**Elementos de vaso:** porosidade difusa;  $6/\text{mm}^2$ , solitários e múltiplos de 2 a 4, podendo ocorrer até 6 (raro) elementos em arranjo radial e cachos de até 9 elementos (raro) (Fig. 8A); seção circular a oval, comprimento médio de 189,0  $\mu\text{m}$ , diâmetro tangencial médio de 158,5  $\mu\text{m}$ , paredes com cerca de 6,0  $\mu\text{m}$  de espessura, placas de perfuração simples (Fig. 8D); pontoações intervasculares ornamentadas, pequenas, médias ou grandes, alternas, formato circular a oval com cerca de 8,7  $\mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho; presença de depósitos de natureza lipídica nos elementos de vaso.

**Fibras:** gelatinosas e não gelatinosas, com pontoações simples; comprimento médio de 939,0  $\mu\text{m}$ , diâmetro médio de 21,2  $\mu\text{m}$ , lume de 9,2  $\mu\text{m}$ , paredes finas a espessas ou espessas (somente na amostra BCTw 10724) com cerca de 6,1  $\mu\text{m}$  de espessura.

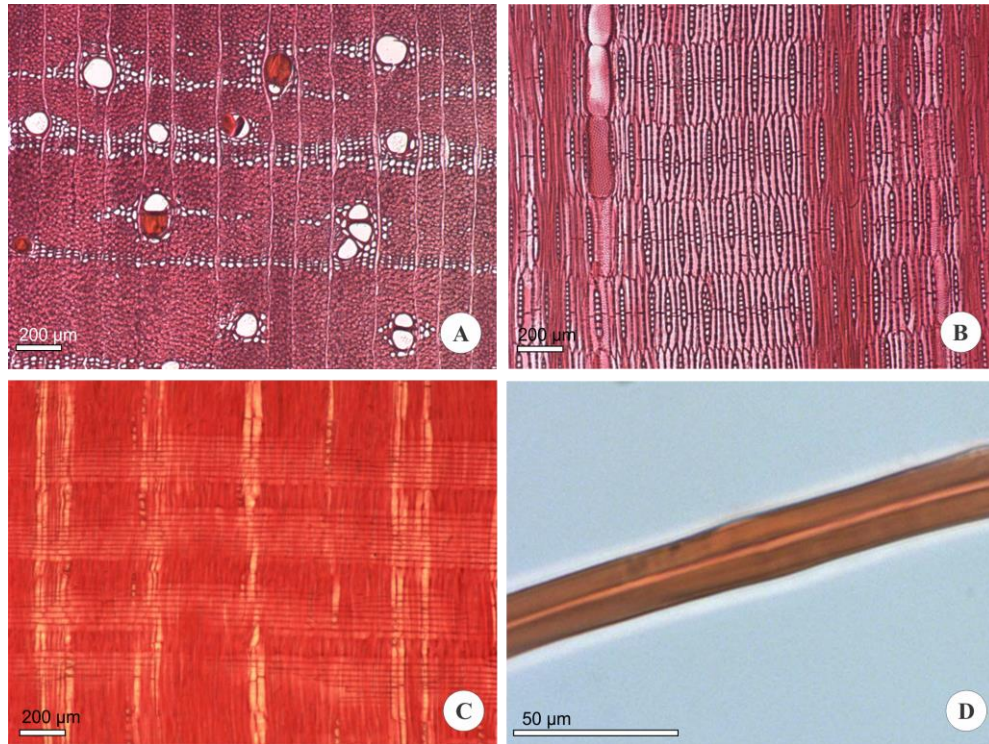
**Parênquima axial:** apotraqueal difuso e difuso em agregados; paratraqueal vasicêntrico, aliforme e confluyente em trechos curtos (envolvendo de 2-3 vasos) e confluyente tendendo a formar faixas com largura de 2-5 células;; presença de parênquima marginal; seriado com 2 ou raramente 3 células de altura (202,3  $\mu\text{m}$ ).

**Raios:** cerca de  $7/\text{mm}^2$ , unisseriados e multisseriados, com largura de até 3 ou 4-5 (raro) células e cerca de 31,1  $\mu\text{m}$  (Fig. 8B), altura média de 150,6  $\mu\text{m}$ ; presença de raios multisseriados fusionados (raros); homocelulares compostos por células procumbentes (Fig. 8C).

**Inclusões minerais:** presença de cristais prismáticos em câmaras do parênquima axial, com um cristal por câmara, chegando a 10 por série.

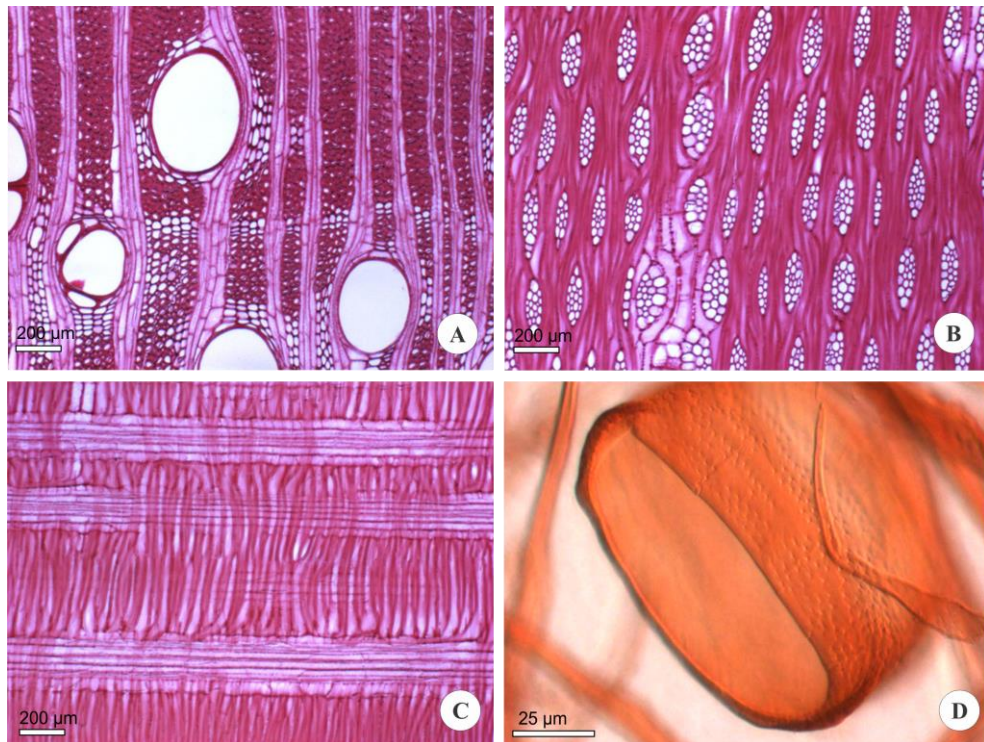
**Estratificação:** dos vasos, fibras, parênquima axial e raios.

Figura 7 - *Machaerium pedicellatum*



Legenda: **A:** Seção transversal. **B:** Seção longitudinal tangencial. **C:** Seção longitudinal radial. **D:** Fibras de paredes espessas em macerado.

Figura 8 - *Machaerium villosum*



Legenda: **A:** Seção transversal. **B:** Seção longitudinal tangencial. **C:** Seção longitudinal radial. **D:** Elemento de vaso com placa de perfuração simples.

***Machaerium* sp. nov. (Fig. 9/ Tab. 4)**

**Camadas de crescimento:** distintas demarcadas por faixas de parênquima marginal e pelo aumento da frequência de faixas próximas aos limites da camada de crescimento.

**Elementos de vaso:** porosidade difusa;  $21/\text{mm}^2$ , solitários e múltiplos de 2 a 4, podendo ocorrer até 5 (raro) elementos em arranjo radial, 2-9 (raro) elementos em arranjo tangencial e cachos de até 8 elementos (raro) (Fig. 9A), seção circular a oval, comprimento médio de  $188,2 \mu\text{m}$ , diâmetro tangencial médio de  $67,0 \mu\text{m}$ , parede com cerca de  $4,9 \mu\text{m}$  de espessura, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares, pequenas ou médias (somente na amostra RBw 9166), alternas, formato circular a oval com cerca de  $6,7 \mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho; presença de depósitos de natureza lipídica nos elementos de vaso.

**Fibras:** gelatinosas e não gelatinosas, com pontoações simples; comprimento médio de  $631,2 \mu\text{m}$ , diâmetro médio de  $17,3 \mu\text{m}$ , lume de  $9,1 \mu\text{m}$ ; paredes finas a espessas com cerca de  $4,1 \mu\text{m}$  de espessura; presença ocasional de fibras com extremidades bifurcadas.

**Parênquima axial:** apotraqueal difuso e difuso em agregados; paratraqueal aliforme e confluyente em trechos curtos (envolvendo de 2-3 vasos) e confluyente tendendo a formar faixas com largura de 2-6 células; presença de parênquima marginal; seriado com 2 células de altura ( $213,6 \mu\text{m}$ ) (Fig. 9B/ D).

**Raios:** cerca de  $10/\text{mm}^2$ , unisseriados e bisseriados, sendo os unisseriados mais frequentes, com largura média de  $12,2 \mu\text{m}$ , altura média de  $127,2 \mu\text{m}$ ; compostos exclusivamente por células procumbentes (Fig. 9C).

**Inclusões minerais:** presença de cristais prismáticos em câmaras do parênquima axial, com um cristal por câmara, chegando a 14 por série.

**Estratificação:** dos vasos, fibras, parênquima axial e raios.

***Machaerium stipitatum* Vogel (Fig. 10/ Tab. 4)**

**Camadas de crescimento:** indistintas

**Elementos de vaso:** porosidade difusa;  $29/\text{mm}^2$ , solitários e múltiplos de 2 a 4, podendo ocorrer até 7 (raro) elementos em arranjo radial e cachos de até 8 elementos (Fig. 10A); seção circular a oval, comprimento médio de  $165,0\ \mu\text{m}$ , diâmetro tangencial médio de  $56,7\ \mu\text{m}$ , parede com cerca de  $4,4\ \mu\text{m}$  de espessura, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares ornamentadas, pequenas, alternas, formato circular a oval com cerca de  $7,0\ \mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho (Fig. 10D); presença de depósitos de natureza lipídica nos elementos de vaso.

**Fibras:** gelatinosas e não gelatinosas, com pontoações simples; comprimento médio de  $758,6\ \mu\text{m}$ , diâmetro médio de  $14,6\ \mu\text{m}$ , lume de  $6,8\ \mu\text{m}$ ; paredes finas a espessas com cerca de  $3,9\ \mu\text{m}$  de espessura.

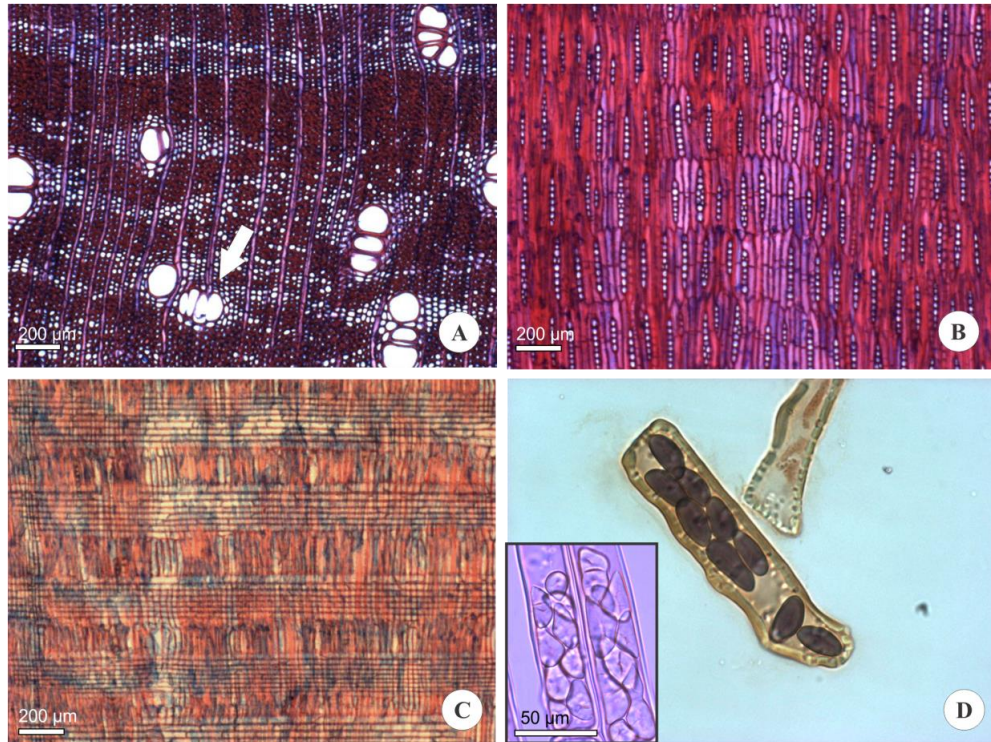
**Parênquima axial:** apotraqueal difuso e difuso em agregados; paratraqueal aliforme, confluyente em trechos curtos (envolvendo de 2-3 vasos) e confluyente tendendo a formar faixas com largura de 2-5 células; seriado com 2 células de altura ( $163,7\ \mu\text{m}$ ) (Fig. 10 B).

**Raios:** cerca de  $9/\text{mm}^2$ , unisseriados e multisseriados com largura de até 3 células, sendo os bisseriados mais frequentes, e cerca de  $18,8\ \mu\text{m}$ ; altura média de  $118,2\ \mu\text{m}$ ; compostos exclusivamente por células procumbentes (Fig. 10C).

**Inclusões minerais:** presença de cristais prismáticos em câmaras do parênquima axial, com um cristal por câmara, chegando a 19 por série.

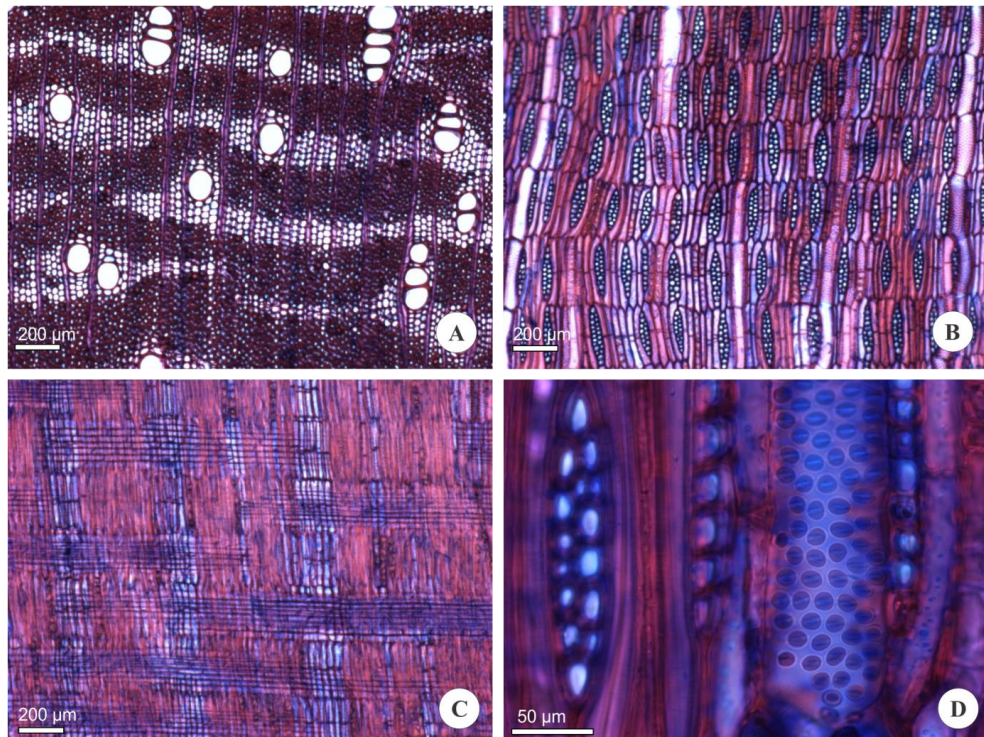
**Estratificação:** dos vasos, fibras, parênquima axial e raios.

Figura 9 - *Machaerium* sp. nova



Legenda: **A:** Seção transversal, com detalhe dos vasos em arranjo tangencial (seta). **B:** Seção longitudinal tangencial. **C:** Seção longitudinal radial. **D:** Presença de amido em células parenquimáticas evidenciados com Lugol, retângulo= corte anatômico controle sem tratamento com reagentes.

Figura 10 - *Machaerium stipitatum*



Legenda: **A:** Seção transversal. **B:** Seção longitudinal tangencial. **C:** Seção longitudinal radial. **D:** Pontoações parênquimo-vasculares.



## Seção *Oblonga*

### ***Machaerium nyctitans* (Vell.) Benth. (Fig. 11/ Tab. 4)**

**Camadas de crescimento:** distintas demarcadas por faixas de parênquima marginal (Fig. 11A).

**Elementos de vaso:** porosidade difusa;  $14/\text{mm}^2$ , solitários e múltiplos de 2 a 4, podendo ocorrer até 6 (raro) elementos em arranjo radial e cachos de até 10 elementos (Fig. 8A), seção circular a oval, comprimento médio de  $215,5 \mu\text{m}$ , diâmetro tangencial médio de  $101,3 \mu\text{m}$ , paredes com cerca de  $4,3 \mu\text{m}$  de espessura, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares ornamentadas, médias, alternas, formato circular a oval com cerca de  $8,9 \mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho; presença de depósitos de natureza lipídica nos elementos de vaso.

**Fibras:** gelatinosas e não gelatinosas, com pontoações simples; comprimento médio de  $998,4 \mu\text{m}$ , diâmetro médio de  $20,3 \mu\text{m}$ , lume de  $12,8 \mu\text{m}$ ; paredes finas a espessas com cerca de  $3,7 \mu\text{m}$  de espessura.

**Parênquima axial:** apotraqueal difuso e difuso em agregados; paratraquealaliforme e confluyente em trechos curtos (envolvendo de 2-3 vasos) e confluyente tendendo a formar faixas com largura de 2-6 células; presença de parênquima marginal; seriado com 2 ou raramente 3 células de altura ( $235,0 \mu\text{m}$ ).

**Raios:** cerca de  $8/\text{mm}^2$ , unisseriados e multisseriados com largura de até 3 células, sendo os bisseriados mais frequentes, e cerca de  $21,3 \mu\text{m}$ , altura média de  $153,4 \mu\text{m}$ ; compostos exclusivamente por células procumbentes (Fig. 11C).

**Inclusões minerais:** presença de cristais prismáticos em câmaras do parênquima axial (Fig. 11D), com um cristal por câmara, chegando a 15 por série.

**Estratificação:** dos vasos, fibras, parênquima axial e raios (Fig. 11B).

***Machaerium obovatum* Kulhm. & Hoehne (Fig. 12/ Tab. 4)**

**Camadas de crescimento:** distintas demarcadas por faixas de parênquima marginal e pelo aumento da frequência de faixas próximas aos limites da camada de crescimento.

**Elementos de vaso:** porosidade difusa;  $30/\text{mm}^2$ , solitários e múltiplos de 2 a 4, podendo ocorrer até 6 (raro) elementos em arranjo radial, 2-7 (raro) elementos em arranjo tangencial e cachos de até 8 elementos (Fig. 12A), seção circular a oval, comprimento médio de  $179,9 \mu\text{m}$ , diâmetro tangencial médio de  $59,2 \mu\text{m}$ , paredes com cerca de  $4,2 \mu\text{m}$  de espessura, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares ornamentadas, pequenas, alternas, formato circular a oval com cerca de  $6,6 \mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho (Fig. 12D); presença de depósitos de natureza lipídica nos elementos de vaso.

**Fibras:** gelatinosas e não gelatinosas, com pontoações simples; comprimento médio de  $650,4 \mu\text{m}$ , diâmetro médio de  $14,3 \mu\text{m}$ , lume de  $6,7 \mu\text{m}$ ; paredes finas a espessas com cerca de  $3,8 \mu\text{m}$  de espessura; presença de fibras com extremidades bifurcadas.

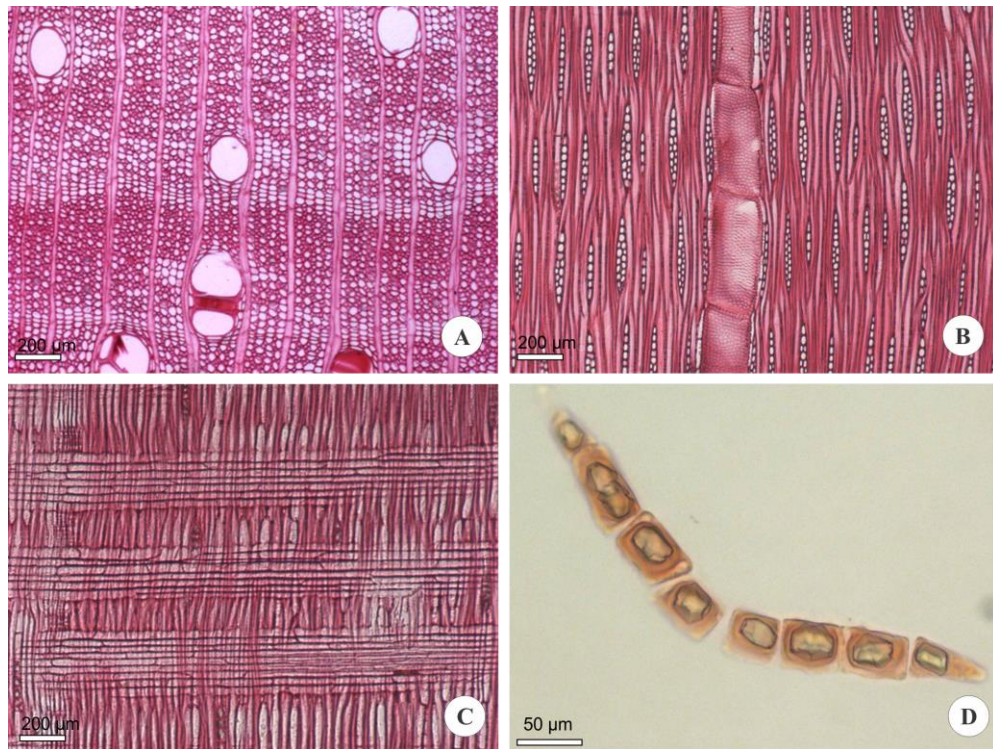
**Parênquima axial:** apotraqueal difuso e difuso em agregados; paratraqueal vasicêntrico, aliforme e confluyente em trechos curtos (envolvendo de 2-3 vasos) e confluyente tendendo a formar faixas com largura de 2-6 células; presença de parênquima marginal; seriado com 2 células de altura ( $180,9 \mu\text{m}$ ) (Fig. 12 B).

**Raios:** cerca de  $10/\text{mm}^2$ , unisseriados e multisseriados com largura de até 3 células, sendo os bisseriados mais frequentes, e cerca de  $15,5 \mu\text{m}$ , altura média de  $110,3 \mu\text{m}$ ; integrados exclusivamente por células procumbentes (Fig. 12C).

**Inclusões minerais:** presença de cristais prismáticos em câmaras do parênquima axial, com um cristal por câmara, chegando a 12 por série

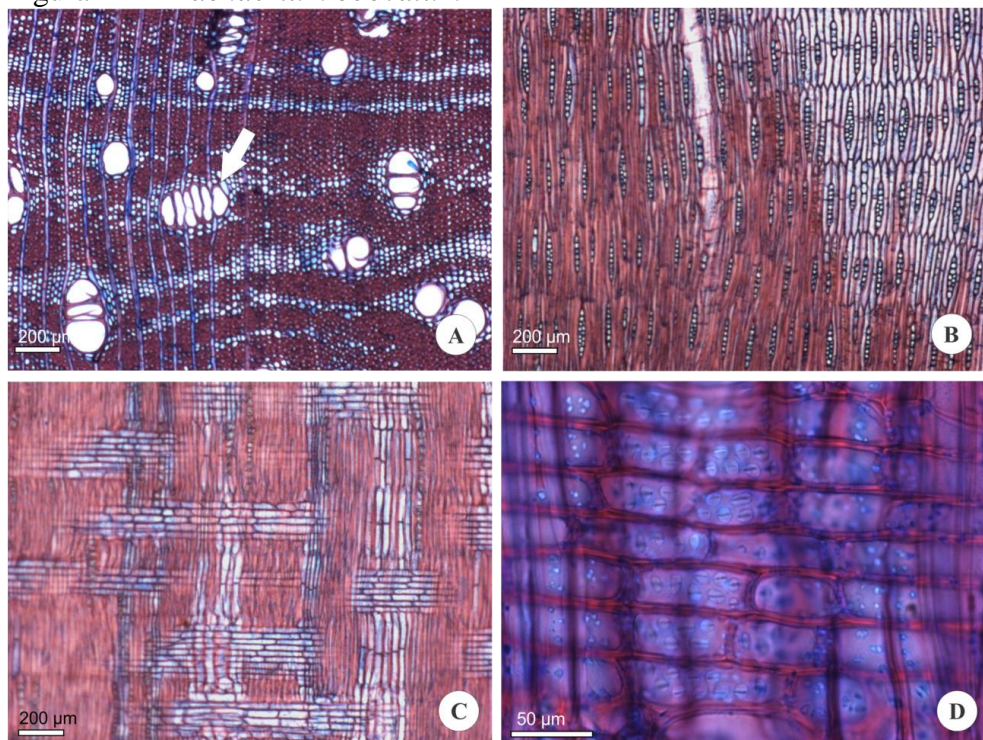
**Estratificação:** dos vasos, fibras, parênquima axial e raios.

Figura 11 - *Machaerium nyctitans*



Legenda: **A:** Seção transversal. **B:** Seção longitudinal tangencial. **C:** Seção longitudinal radial. **D:** Cristais em câmaras do parênquima axial, observados em microscópio óptico.

Figura 12 - *Machaerium obovatum*



Legenda: **A:** Seção transversal, com detalhe dos vasos em arranjo tangencial (seta). **B:** Seção longitudinal tangencial. **C:** Seção longitudinal radial. **D:** Pontoações raio-vasculares.

***Machaerium scleroxylon* Tul. (Fig. 13/ Tab. 4)**

**Camadas de crescimento:** distintas demarcadas por faixas de parênquima marginal (Fig. 13A).

**Elementos de vaso:** porosidade difusa;  $27/\text{mm}^2$ , solitários e múltiplos de 2 a 4, podendo ocorrer até 5 (raro) elementos em arranjo radial e cachos de até 5 elementos; seção circular a oval, comprimento médio de  $179,2 \mu\text{m}$ , diâmetro tangencial médio  $79,3 \mu\text{m}$ , paredes com cerca de  $4,8 \mu\text{m}$  de espessura, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares ornamentadas, pequenas, alternas, formato circular a oval com cerca de  $6,8 \mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho; presença de depósitos de natureza lipídica nos elementos de vaso.

**Fibras:** gelatinosas e não gelatinosas, com pontoações simples; comprimento médio de  $647,9 \mu\text{m}$ , diâmetro médio de  $14,7 \mu\text{m}$ , lume de  $6,1 \mu\text{m}$ , paredes finas a espessas com cerca de  $4,3 \mu\text{m}$  de espessura.

**Parênquima axial:** apotraqueal difuso e difuso em agregados; paratraqueal vasicêntrico, aliforme e confluyente em trechos curtos (envolvendo de 2-3 vasos) e confluyente raramente tendendo a formar faixas com largura de 2-4 células; presença de parênquima marginal; seriado com 2 células de altura ( $187,0 \mu\text{m}$ ).

**Raios:** cerca de  $12/\text{mm}'$ , unisseriados e bisseriados, sendo os unisseriados mais frequentes, com largura média de  $15,2 \mu\text{m}$ , altura média de  $132,5 \mu\text{m}$ ; integrados exclusivamente por células procumbentes (Fig. 13C).

**Inclusões minerais:** presença de cristais prismáticos em câmaras do parênquima axial, com um cristal por câmara, chegando a 16 por série (Fig. 13D).

**Estratificação:** dos vasos, fibras, parênquima axial e raios (Fig. 13B)

## Seção *Reticulata*

### *Machaerium leucopterum* Vogel (Fig. 14/ Tab. 4)

**Camadas de crescimento:** distintas demarcadas por faixas de parênquima marginal (Fig. 14 A).

**Elementos de vaso:** porosidade difusa; 51 /mm<sup>2</sup>, solitários e múltiplos de 2 a 4, podendo ocorrer até 7 (raro) elementos em arranjo radial e cachos de até 5 elementos, seção circular a oval, comprimento médio de 187,8 µm, diâmetro tangencial médio de 54,9 µm, paredes com cerca de 4,2 µm de espessura, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares ornamentadas (Fig. 14D), pequenas, alternas, formato circular a oval com cerca de 5,7 µm; pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho; presença de depósitos de natureza lipídica nos elementos de vaso.

**Fibras:** gelatinosas e não gelatinosas, com pontoações simples; comprimento médio de 675,4 µm, diâmetro médio de 14,2 µm, lume de 6,4 µm; paredes finas a espessas com cerca de 3,9 µm de espessura.

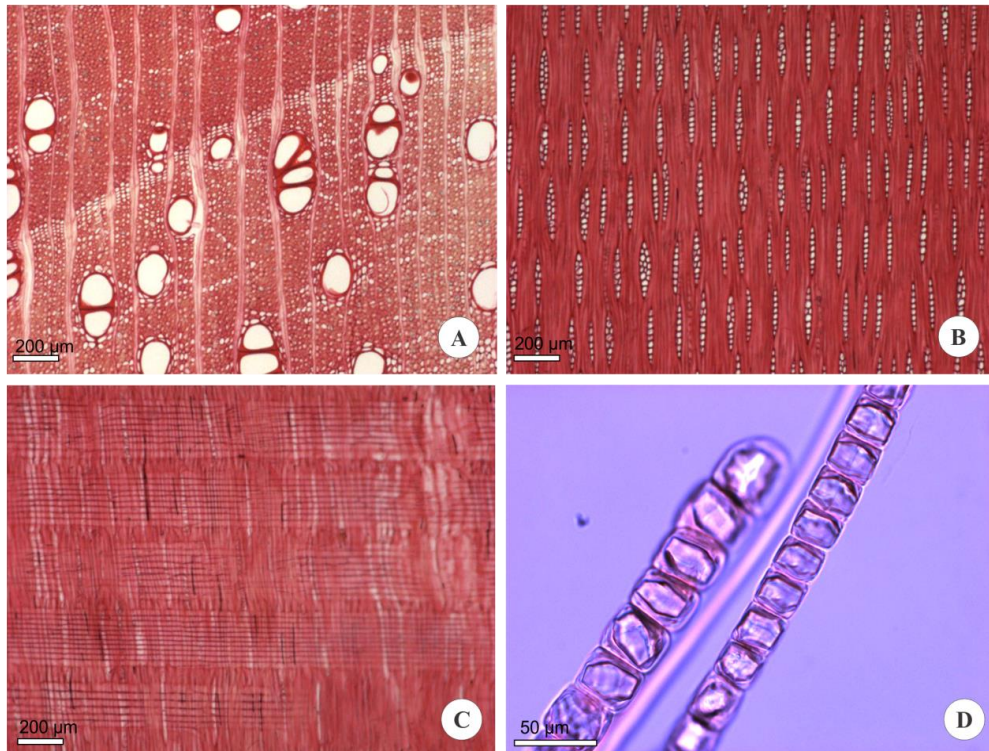
**Parênquima axial:** apotraqueal difuso e difuso em agregados; paratraqueal vasicêntrico, aliforme e confluyente em trechos curtos (envolvendo de 2-3 vasos) e confluyente raramente tendendo a formar com largura de 2-4 células; presença de parênquima marginal; seriado com 2 células de altura (189,4 µm).

**Raios:** cerca de 12/mm<sup>2</sup>, unisseriados e bisseriados, sendo os unisseriados mais frequentes, com largura média de 12,2 µm; altura média de 128,7 µm; compostos exclusivamente por células procumbentes (Fig. 14C).

**Inclusões minerais:** presença de cristais prismáticos em câmaras do parênquima axial, com um cristal por câmara, chegando a 15 por série.

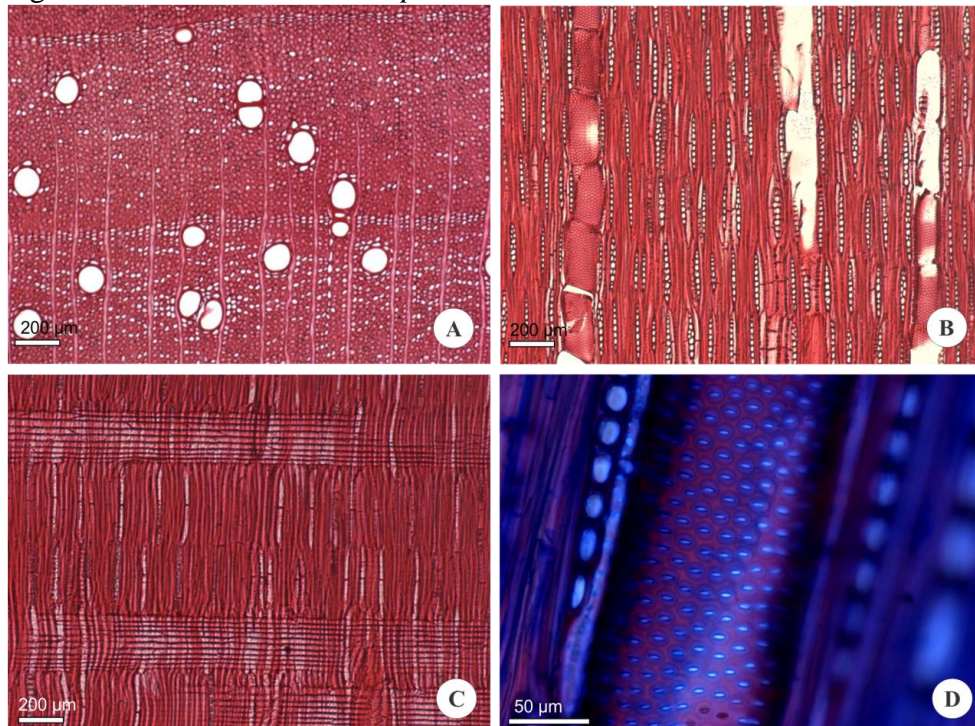
**Estratificação:** dos vasos, fibras, parênquima axial e raios (Fig. 14 B).

Figura 13 - *Machaerium scleroxylon*



Legenda: **A:** Seção transversal. **B:** Seção longitudinal tangencial. **C:** Seção longitudinal radial. **D:** Cristais em câmaras do parênquima axial, observados em microscópio óptico.

Figura 14 - *Machaerium leucoptermum*



Legenda: **A:** Seção transversal. **B:** Seção longitudinal tangencial. **C:** Seção longitudinal radial. **D:** Pontoações intervasculares.

## Seção *Lineata*

*Machaerium hirtum* (Vell.) Stellfeld (Fig. 15/ Tab. 4)

**Camadas de crescimento:** indistintas.

**Elementos de vaso:** porosidade difusa;  $6/\text{mm}^2$ , solitários e múltiplos de 2 a 4, podendo ocorrer até 8 (raro) elementos em arranjo radial e cachos de até 5 elementos (Fig. 15A); seção circular a oval, comprimento médio de  $206,0\ \mu\text{m}$ , diâmetro tangencial médio  $108,2\ \mu\text{m}$ , paredes com cerca de  $4,3\ \mu\text{m}$  de espessura, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares ornamentadas, médias ou pequenas (somente na amostra RBw 9135), alternas, formato circular a oval com cerca de  $8,1\ \mu\text{m}$ ; pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares em forma e tamanho; presença de depósitos de natureza lipídica nos elementos de vaso.

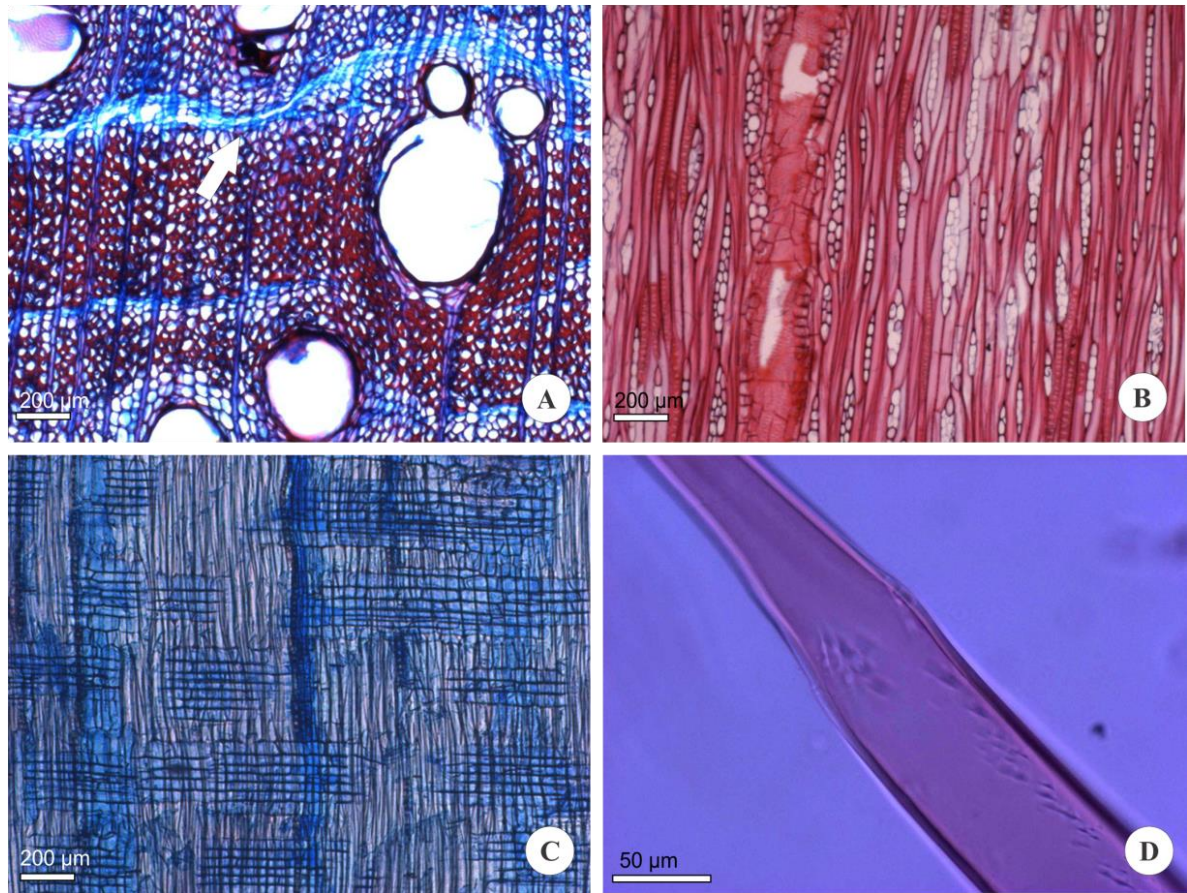
**Fibras:** não gelatinosas, com pontoações simples; comprimento médio de  $788,6\ \mu\text{m}$ , diâmetro médio de  $29,0\ \mu\text{m}$ , lume de  $22,6\ \mu\text{m}$ ; paredes finas com cerca de  $3,1\ \mu\text{m}$  de espessura (Fig. 15D); presença de fibras com extremidades bifurcadas.

**Parênquima axial:** paratraqueal vasicêntrico e confluyente em trechos curtos (envolvendo de 2-3 vasos) e confluyente tendendo a formar faixas com largura de 2-6 células; presença de faixas descontínuas de parênquima não lignificado (Fig. 10 A); seriado com 2 células de altura ( $208,3\ \mu\text{m}$ ) (Fig. 15B).

**Raios:** cerca de  $8/\text{mm}^2$ , unisseriados e multisseriados com largura de até 3 células, sendo os bisseriados mais frequentes, e cerca de  $17,1\ \mu\text{m}$ ; altura média de  $140,1\ \mu\text{m}$ ; presença de raios fusionados (raro); compostos exclusivamente por células procumbentes (Fig. 15C).

**Inclusões minerais:** presença de cristais prismáticos em câmaras do parênquima axial, com um cristal por câmara, chegando a 16 por série.

**Estratificação:** dos vasos, fibras, parênquima axial e raios irregularmente estratificados (Fig. 15 B).

Figura 15 - *Machaerium hirtum*

Legenda: **A:** Seção transversal, com detalhe das faixas de parênquima não lignificado (seta). **B:** Seção longitudinal tangencial. **C:** Seção longitudinal radial. **D:** Fibras de paredes delgadas.



Tabela 4 - Dados quantitativos das espécies estudadas. Para cada característica é apresentada mínima (mín), média (méd), máxima (máx) e desvio padrão (d.p.). (Continua)

Seção		Frequência de vasos (/mm <sup>2</sup> )	Comprimento dos elementos de vaso	Diâmetro tangencial dos vasos	Diâmetro radial dos vasos	Área aproximada do círculo	Espessura da parede dos vasos	Diâmetro das pontoações intervasculares	Diâmetro das pontoações raio-vasculares	Diâmetro das pontoações parênquimo-vasculares	Diâmetro das fibras	Comprimento das fibras	Espessura da parede das fibras	Altura do parênquima axial (seriado)	Frequência de raios (/mm <sup>2</sup> )	Altura dos raios	Largura dos raios
<b><i>Machaerium acutifolium</i> Vogel</b>																	
	mím	1,0	120,0	59,3	38,0	1106,5	2,1	4,9	3,5	3,5	9,4	572,9	2,9	145,6	1,0	80,8	4,6
	méd	8,2	179,6	118,7	140,1	16677,6	4,6	7,0	4,6	5,2	18,9	1009,7	5,2	199,9	6,6	164,5	25,4
	máx	18,0	232,9	182,7	315,5	48452,5	8,9	9,1	6,6	6,9	35,3	1369,7	7,3	324,6	15,0	504,2	48,3
	d.p.	3,9	20,4	27,0	54,0	10228,0	1,1	1,2	0,7	0,8	4,4	144,3	0,9	23,4	2,4	79,8	9,2
<b><i>Machaerium incorruptibile</i> (Vell.) Benth.</b>																	
	mím	13,0	117,4	37,1	26,9	974,1	2,4	4,2	3,5	3,5	9,0	418,0	2,5	161,0	2,0	77,4	5,6
	méd	30,7	183,0	67,7	79,8	5596,9	4,3	6,4	4,3	5,0	15,0	712,2	3,9	192,3	10,7	135,2	11,7
	máx	76,0	228,6	95,6	124,5	17054,6	8,2	7,9	6,0	6,6	21,1	988,6	5,7	240,6	18,0	179,1	20,5
	d.p.	13,5	21,2	11,1	18,2	2964,9	1,1	0,9	0,7	0,9	2,4	147,3	0,6	15,9	3,8	20,0	3,1
<b><i>Machaerium pedicellatum</i> Vogel</b>																	
<i>Acutifolia</i>	mím	17,0	124,9	26,9	25,0	627,5	2,6	4,0	3,2	3,3	8,2	100,7	2,9	146,5	3,0	74,4	6,5
	méd	47,4	186,7	58,7	62,8	3381,2	4,7	5,6	4,7	4,5	13,8	634,1	4,6	187,3	8,3	135,5	12,5
	máx	89,0	231,7	79,1	92,0	8386,8	6,7	7,0	6,2	5,8	19,6	983,3	6,6	224,8	13,0	328,3	24,7
	d.p.	20,4	21,7	10,5	14,6	1500,2	1,0	0,6	0,6	0,8	2,3	177,2	0,7	18,0	2,4	32,3	4,3
<b><i>Machaerium villosum</i> Vogel</b>																	
	mím	2,0	128,7	71,4	50,5	3919,4	3,1	5,1	3,2	3,5	10,0	390,8	2,9	160,4	1,0	98,2	9,2
	méd	6,3	189,0	158,5	200,1	28359,2	6,0	8,7	7,1	6,8	21,2	939,0	6,1	202,3	7,3	150,6	31,1
	máx	14,0	263,5	259,3	355,5	81674,7	7,2	13,1	10,8	10,5	32,4	1470,5	9,4	254,2	16,0	367,5	68,5
	d.p.	2,9	19,8	34,7	53,0	12092,7	5,3	2,1	1,9	2,1	4,3	211,0	1,3	20,3	3,1	30,7	9,8
<b><i>Machaerium</i> sp. nov.</b>																	
	mím	10,0	139,2	39,3	36,9	874,3	2,9	5,7	3,3	3,7	10,8	429,8	2,3	164,1	1,0	53,4	7,4
	méd	20,8	188,2	67,0	76,0	4768,8	4,9	6,7	4,4	5,2	17,3	631,2	4,1	213,6	10,2	127,2	12,2
	máx	42,0	241,5	91,2	114,8	12385,8	7,7	7,9	5,6	6,2	23,3	886,4	6,9	273,6	19,0	238,7	20,5
	d.p.	7,1	21,7	12,1	15,8	2124,6	1,1	0,7	0,6	0,6	2,6	111,1	1,0	26,8	3,9	32,9	3,1
<b><i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld</b>																	
<i>Lineata</i>	mím	1,0	146,9	29,0	40,7	1522,1	2,1	6,1	3,9	4,2	16,6	539,8	1,6	160,2	4,0	77,7	7,5
	méd	6,1	206,0	108,2	130,0	16256,8	4,3	8,1	5,4	5,4	29,0	788,6	3,2	208,3	7,9	140,1	17,1
	máx	16,0	273,6	231,7	297,8	85977,2	7,9	10,9	6,7	7,4	44,3	1164,2	5,5	257,0	12,0	460,1	41,7
	d.p.	3,3	21,3	41,4	57,1	17420,2	1,2	0,9	0,7	1,0	5,7	119,9	1,0	21,5	2,2	59,3	6,8

Tabela 4 - Dados quantitativos das espécies estudadas. Para cada característica é apresentada mínima (mín), média (méd), máxima (máx) e desvio padrão (d.p.). (Conclusão)

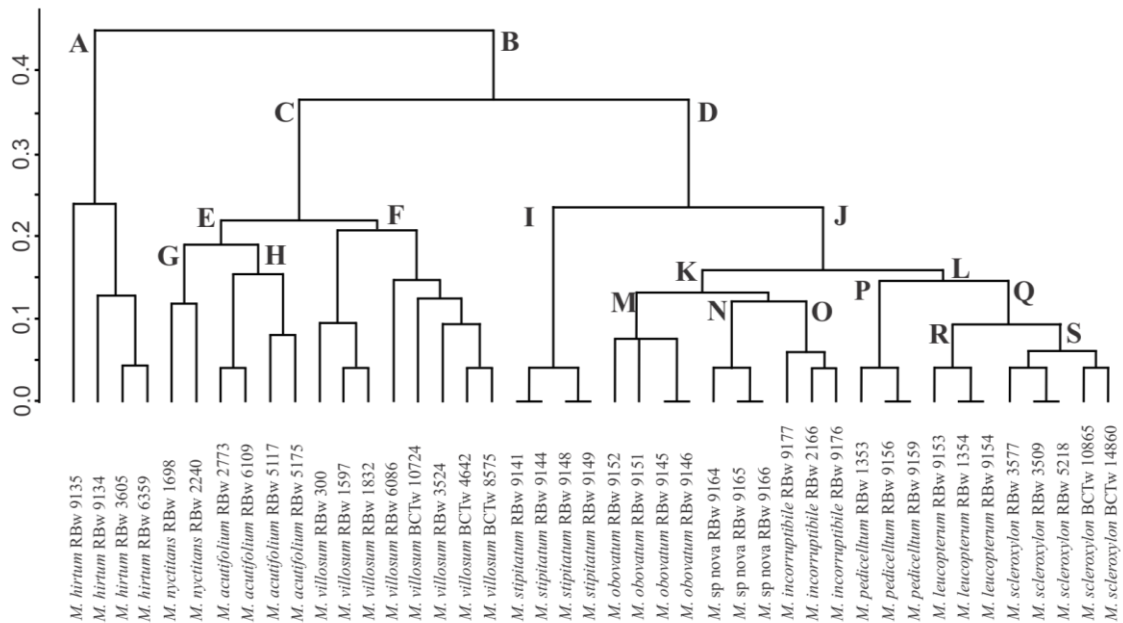
Seção	Frequência de vasos (/mm <sup>2</sup> )	Comprimento dos elementos de vaso	Diâmetro tangencial dos vasos	Diâmetro radial dos vasos	Área aproximada do círculo	Espessura da parede dos vasos	Diâmetro das pontoações intervasculares	Diâmetro das pontoações raio-vasculares	Diâmetro das pontoações parênquimo-vasculares	Diâmetro das fibras	Comprimento das fibras	Espessura da parede das fibras	Altura do parênquima axial (seriado)	Frequência de raios (/mm <sup>2</sup> )	Altura dos raios	Largura dos raios	
<b><i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth</b>																	
	mím	6,0	111,4	76,9	58,5	2677,5	2,3	7,4	4,7	4,9	8,7	649,6	2,1	165,0	1,0	91,5	9,3
	méd	14,1	215,5	101,3	105,3	8944,2	4,3	8,9	6,8	6,2	20,3	998,4	3,7	235,0	7,6	153,4	21,3
	máx	22,0	293,6	118,3	139,2	15381,6	7,1	10,5	8,8	7,5	33,9	1396,1	5,5	306,1	14,0	198,5	37,1
	d.p.	4,4	40,4	11,5	21,0	3223,7	1,0	0,8	1,2	0,9	4,5	177,1	0,9	32,3	3,7	26,0	7,3
<b><i>Machaerium obovatum</i> Kuhl. &amp; Hoehne</b>																	
<i>Oblonga</i>	mím	11,0	101,6	30,4	30,8	802,9	2,3	4,7	3,2	3,9	10,3	383,4	2,1	135,5	1,0	43,9	7,6
	méd	30,2	179,9	59,2	66,8	3741,9	4,2	6,6	5,0	4,9	14,3	650,4	3,8	180,9	9,9	110,3	15,5
	máx	50,0	235,7	92,2	97,4	7508,5	6,6	7,8	8,0	6,1	19,2	943,4	5,7	227,6	22,0	170,7	32,2
	d.p.	9,6	27,1	10,9	13,8	1512,6	0,9	0,7	0,9	0,6	2,0	112,3	0,7	24,0	4,1	26,3	4,8
<b><i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.</b>																	
	mím	20,0	128,0	51,4	62,4	2678,5	1,9	4,5	2,7	3,2	9,1	379,5	2,5	115,2	2,0	96,7	8,5
	méd	27,3	179,2	79,3	97,0	6299,2	4,8	6,8	4,9	5,0	14,7	647,9	4,3	187,0	11,5	132,5	15,2
	máx	40,0	227,6	112,0	136,0	14355,4	7,0	9,3	6,9	6,3	23,3	950,5	5,8	322,1	24,0	202,8	28,8
	d.p.	4,7	21,5	11,9	15,8	2144,9	1,1	1,2	0,9	0,6	2,4	100,7	0,8	21,2	3,6	17,2	4,3
<b><i>Machaerium leucopterum</i> Vogel</b>																	
	mím	27,0	138,6	22,2	25,9	326,5	2,3	4,6	2,9	3,0	9,7	478,1	2,7	158,0	3,0	68,2	7,4
	méd	50,6	187,8	54,9	65,6	3747,2	4,2	5,7	4,6	4,4	14,2	675,4	3,9	189,4	11,9	128,7	12,2
	máx	95,0	235,6	85,6	108,6	10540,6	6,6	6,6	7,2	6,0	23,9	938,8	5,6	224,6	21,0	165,8	25,9
	d.p.	17,9	22,9	16,4	22,7	2551,0	1,1	0,5	1,2	0,9	2,7	107,6	0,7	14,5	4,4	17,4	3,4
<b><i>Machaerium stipitatum</i> Vogel</b>																	
<i>Reticulata</i>	mím	12,0	93,3	33,7	30,9	974,1	2,3	5,8	2,6	2,1	7,8	498,7	2,1	120,9	2,0	70,3	7,4
	méd	28,8	165,0	56,7	65,4	3521,8	4,4	7,0	4,5	4,2	14,6	758,6	3,9	163,7	9,5	118,2	18,8
	máx	45,0	214,1	74,1	89,1	7579,8	7,2	8,6	6,5	6,3	20,0	1039,6	5,8	218,1	16,0	178,7	39,3
	d.p.	7,1	22,7	8,0	12,0	1277,7	1,0	0,6	1,0	1,2	2,6	108,1	0,8	18,8	3,1	20,8	6,0

A análise de agrupamento separou as espécies analisadas em dois grupos, o primeiro formado por *M. hirtum* e o segundo pelas demais espécies (Fig. 16/Tab. 5). *M. hirtum* é diferente de todas as outras espécies pela presença de faixas de parênquima não lignificado, fibras de paredes delgadas e raios irregularmente estratificados. As outras dez espécies apresentaram parênquima apotraqueal difuso e difuso em agregados, parênquima paratraqueal aliforme e todos os raios estratificados, características ausentes em *M. hirtum*. Estas dez espécies foram separadas em dois grupos por caracteres quantitativos como o diâmetro tangencial e a frequência dos vasos.

A análise dos componentes principais (PCA) foi realizada com 37 variáveis (Tab. 6) e ratificou os resultados obtidos com a análise de agrupamento para a segregação das espécies (Fig. 17). As características anatômicas variaram dentro de dois fatores que, juntos, explicam 58,94 % da variância total. O fator 1 é responsável por 33,53 % desta variância e o fator 2 explica 25,41 %. O eixo 1 separou as espécies analisadas em dois grupos. O primeiro grupo formado por *M. hirtum* se projetou positivamente principalmente pela presença de faixas de parênquima não lignificado, fibras de paredes delgadas e raios irregularmente estratificados. Em oposição, as demais espécies se projetaram negativamente no eixo 1, principalmente pelo parênquima apotraqueal difuso e difuso em agregados, parênquima paratraqueal aliforme e todos os raios estratificados.

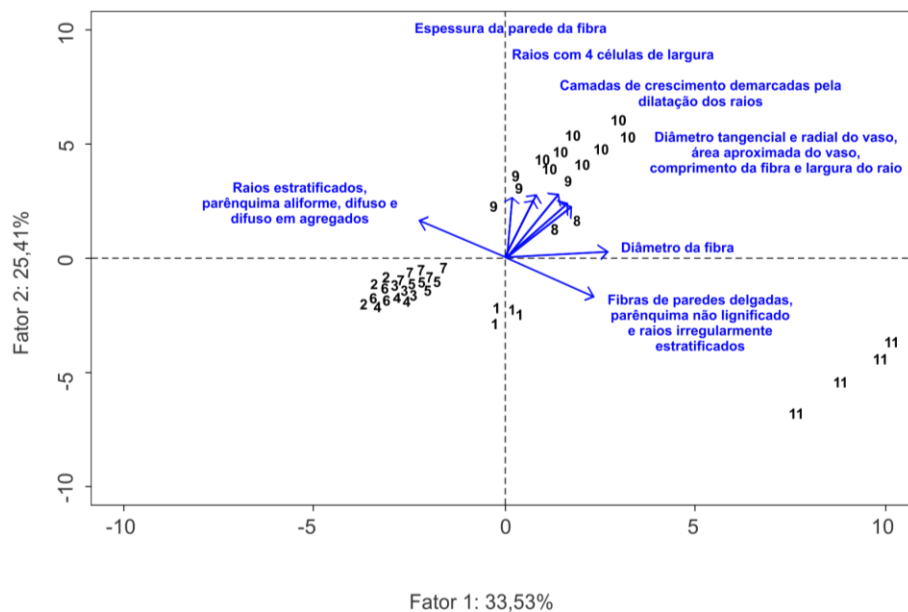
O eixo 2 separa *M. villosum*, *M. acutifolium* e *M. nyctitans* das demais espécies principalmente pela projeção positiva das coordenadas: camadas de crescimento demarcadas pela dilatação dos raios, maior diâmetro tangencial e radial do vaso, maior área aproximada do vaso, comprimento e diâmetro da fibra, espessura da parede da fibra, número de células do raio e largura do raio.

Figura 16 - Análise de agrupamento. Dendrograma elaborado a partir do coeficiente de Jaccard entre onze espécies estudadas



Legenda: **A:** parênquima não lignificado, fibras de paredes delgadas e raios irregularmente estratificados. **B:** raios estratificados, parênquima axial difuso, difuso em agregados e aliforme. **C:** frequência de vasos  $<15/\text{mm}^2$ , diâmetro tangencial do vaso entre 100-200  $\mu\text{m}$ . **D:** frequência de vasos  $>15/\text{mm}^2$ , diâmetro tangencial do vaso  $<100 \mu\text{m}$ . **E:** ausência de parênquima paratraqueal vasicêntrico. **F:** parênquima axial paratraqueal vasicêntrico. **G:** área estimada do vaso  $<10.000 \mu\text{m}^2$ . **H:** área estimada do vaso  $>10.000 \mu\text{m}^2$ . **I:** camadas de crescimento distintas. **J:** camadas de crescimento distintas. **K:** vasos em arranjo tangencial. **L:** parênquima axial paratraqueal vasicêntrico e raios unisseriados. **M:** raios com 1-3 células de largura. **N:** largura do raio  $< 15 \mu\text{m}$ . **O:** largura do raio entre 15-30  $\mu\text{m}$ . **P:** fibras de paredes espessas. **Q:** frequência de raios  $> 10/\text{mm}^2$ . **R:** raios heterogêneos.

Figura 17 - Análise dos componentes principais



Legenda: **1:** *M. stipitatum*. **2:** *M. incorruptibile*. **3:** *M. sp nova*. **4:** *M. pedicellatum*. **5:** *M. obovatum*. **6:** *M. leucopterm*. **7:** *M. scleroxylon*. **8:** *M. nyctitans*. **9:** *M. acutifolium*. **10:** *M. villosum*. **11:** *M. hirtum*.

Tabela 5 - Lista de variáveis utilizadas na Análise de Agrupamento. (Continua)

Espécies (Nº de registro)	Camadas de crescimento distintas	Demarcadas por faixas de parênquima marginal	Demarcadas pela diferença na frequência do parênquima axial em faixas na camada de crescimento	Demarcadas pela dilatação dos raios	Camadas de crescimento indistintas	Porosidade difusa	Arranjo dos vasos em faixas tangenciais	Vasos em arranjo radial ou diagonal	Vasos em múltiplos radiais	Vasos em cachos	Contorno do vaso Arredondado	Placas de perfuração simples	Pontoações intervaseculares alternas	Pontoações intervaseculares pequenas (4-7 µm)	Pontoações intervaseculares médias (7-10 µm)	Pontoações intervaseculares grandes (>/= 10 µm)	Pontoações ornamentadas
<i>M. hirtum</i> RBw 3605	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. leucopterum</i> (RBw 1354)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9154)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9144)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9149)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 2773)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 6109)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 2166)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9176)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 1353)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9159)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. villosum</i> (RBw 300)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
<i>M. villosum</i> (RBw 1832)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
<i>M. villosum</i> (RBw 3524)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>M. villosum</i> (RBw 6086)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 4642)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 10724)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9165)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9166)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>M. nyctitans</i> (RBw 2240)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9145)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9151)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9152)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3577)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 5218)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 14860)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1

Tabela 5 - Lista de variáveis utilizadas na Análise de Agrupamento. (Continuação)

Espécies (Nº de registro)	Pontoações raio-vasculares e parênquima -vasculares semelhantes às intervasculares	Fibras com pontoações simples e diminutas	Fibras de paredes delgadas	Fibras com paredes delgadas a espessas	Fibras com paredes espessas	Parênquima axial apotraqueal difuso	Parênquima axial apotraqueal difuso em agregados	Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico	Parênquima axial paratraqueal aliforme	Parênquima axial paratraqueal confluyente (trechos curtos 2-3 vasos)	Parênquima axial paratraqueal confluyente (formando faixas)	Parênquima axial em faixas	Parênquima não lignificado	Parênquima lignificado	Parênquima em faixas com mais de 4 células	Parênquima em faixas com até 4 células	Parênquima em faixas marginais
<i>M. hirtum</i> RBw 3605	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>M. leucopterum</i> (RBw 1354)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9154)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9144)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9149)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 2773)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 6109)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 2166)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9176)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 1353)	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9159)	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. villosum</i> (RBw 300)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. villosum</i> (RBw 1832)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. villosum</i> (RBw 3524)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. villosum</i> (RBw 6086)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 4642)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 10724)	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9165)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9166)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. nyctitans</i> (RBw 2240)	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9145)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9151)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9152)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3577)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 5218)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 14860)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1

Tabela 5 - Lista de variáveis utilizadas na Análise de Agrupamento. (Continuação)

Espécies (Nº de registro)	Células do parênquima fusiformes	Células do parênquima axial (2 células por série)	Raios exclusivamente unisseriados	Raios de 1 a 3 células de largura	Raios com 4 células de largura ou maiores	Raios somente com células procumbentes	Todos os raios estratificados	Parênquima axial estratificado	Vasos estratificados	Fibras estratificadas	Raios e elementos axiais irregularmente estratificados	Cristais em câmaras do parênquima axial	Frequência de vasos < 15 vasos/mm <sup>2</sup>	Frequência de vasos 15-30 vasos/mm <sup>2</sup>	Frequência de vasos >30 vasos/mm <sup>2</sup>	Comprimento dos elementos de vaso entre 150 a 300 µm	Diâmetro tangencial do vaso < 100 µm
<i>M. hirtum</i> RBw 3605	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
<i>M. leucopterum</i> (RBw 1354)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9154)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9144)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9149)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 2773)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 6109)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 2166)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9176)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 1353)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9159)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
<i>M. villosum</i> (RBw 300)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. villosum</i> (RBw 1832)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. villosum</i> (RBw 3524)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. villosum</i> (RBw 6086)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. villosum</i> (BCTw 4642)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. villosum</i> (BCTw 10724)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9165)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9166)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. nyctitans</i> (RBw 2240)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. obovatum</i> (RBw 9145)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9151)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9152)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3577)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 5218)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 14860)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1

Tabela 5 - Lista de variáveis utilizadas na Análise de Agrupamento. (Conclusão)

Espécies (N° de registro)	Diâmetro tangencial do vaso 100 a 200 µm	Diâmetro radial do vaso < 100 µm	Diâmetro radial do vaso 100 a 200 µm	Diâmetro radial do vaso > 200 µm	Área estimada do vaso < 10.000 µm <sup>2</sup>	Área estimada do vaso 10.000 a 20.000 µm <sup>2</sup>	Área estimada do vaso > 20.000 µm <sup>2</sup>	Comprimento da fibra < 900 µm	Comprimento da fibra entre 900 a 1600 µm	Diâmetro da fibra entre 10 a 20 µm	Diâmetro da fibra > 20 µm	Altura do parênquima axial 100 a 200 µm	Altura do parênquima axial > 200 µm	Frequência dos raios < 10 mm'	Frequência dos raios > ou igual 10 mm'	Altura dos raios < 150 µm	Altura dos raios entre 150 a 300 µm	Largura do raio < 15 µm	Largura do raio entre 15 a 30 µm
<i>M. hirtum</i> RBw 3605	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
<i>M. leucopterum</i> (RBw 1354)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9154)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9144)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9149)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 2773)	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 6109)	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 2166)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9176)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 1353)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9159)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
<i>M. villosum</i> (RBw 300)	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
<i>M. villosum</i> (RBw 1832)	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
<i>M. villosum</i> (RBw 3524)	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>M. villosum</i> (RBw 6086)	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 4642)	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 10724)	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
<i>M. sp nova</i> (RBw 9165)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
<i>M. sp nova</i> (RBw 9166)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
<i>M. nyctitans</i> (RBw 2240)	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9145)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
<i>M. obovatum</i> (RBw 9151)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9152)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3577)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 5218)	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 14860)	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1



Tabela 6 - Lista de variáveis utilizadas na Análise de PCA. Valor dos auto vetores (Fator 1, Fator 2) para cada caráter. (Continua)

	PCI	PC2	Camadas de crescimento distintas	Demarcadas por faixas de parênquima marginal	Demarcadas pela diferença na frequência do parênquima axial em faixas na camada de crescimento	Demarcadas pela dilatação dos raios	Camadas de crescimento indistintas	Arranjo dos vasos em faixas tangenciais	Pontoações intervaseculares pequenas (4-7 µm)	Pontoações intervaseculares médias (7-10 µm)	Pontoações intervaseculares grandes (>/= 10 µm)	Fibras de paredes delgadas	Fibras com paredes delgadas a espessas	Fibras com paredes espessas	Parênquima axial apotraqueal difuso	Parênquima axial apotraqueal difuso em agregados	Parênquima axial paratraqueal vasocêntrico	Parênquima axial paratraqueal aliforme	Parênquima não lignificado	Parênquima em faixas com mais de 4 células
			-0.171	-0.171	-0.143	0.073	0.171	-0.116	-0.192	0.179	0.054	0.228	-0.137	-0.045	-0.228	-0.228	0.047	-0.228	0.228	0.144
			0.182	0.182	-0.091	0.261	-0.182	-0.071	-0.086	0.019	0.137	-0.166	0.120	0.004	0.166	0.166	0.004	0.166	-0.166	0.026
<i>M. hirtum</i> RBw 3605	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>M. leucopterum</i> (RBw 1354)	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9154)	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9144)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9149)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 2773)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 6109)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 2166)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9176)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 1353)	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9159)	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>M. villosum</i> (RBw 300)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>M. villosum</i> (RBw 1832)	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>M. villosum</i> (RBw 3524)	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>M. villosum</i> (RBw 6086)	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 4642)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 10724)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9165)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9166)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>M. nyctitans</i> (RBw 2240)	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9145)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9151)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9152)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3577)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 5218)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 14860)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0

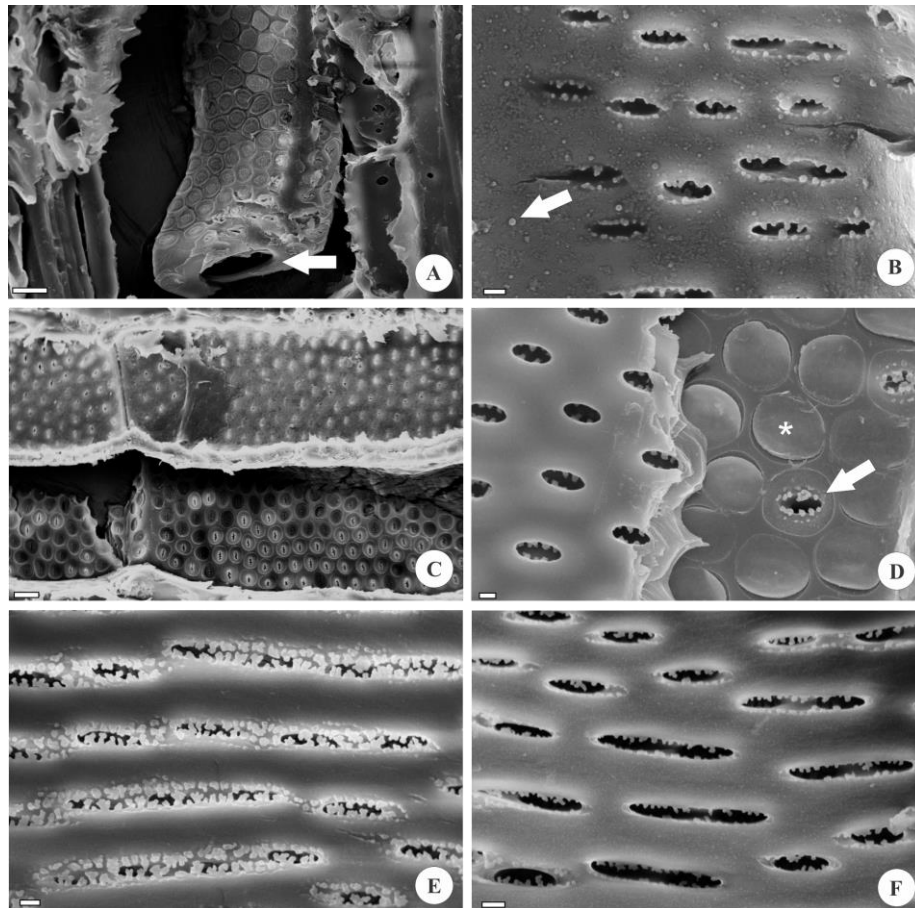
Tabela 6 - Lista de variáveis utilizadas na Análise de PCA. Valor dos auto vetores (Fator 1, Fator 2) para cada caráter. (Conclusão)

	Parênquima em faixas marginais	Raios exclusivamente unisseriados	Raios de 1 a 3 células de largura	Raios com 4 células de largura ou maiores	Todos os raios estratificados	Raios e elementos axiais irregularmente estratificados	Frequência de vasos (vasos/mm <sup>2</sup> )	Comprimento dos elementos de vaso (µm)	Diâmetro tangencial do vaso (µm)	Diâmetro radial do vaso (µm)	Área estimada do vaso (µm <sup>2</sup> )	Diâmetro da pontuação intervascular (µm)	Espessura da parede do elemento de vaso (µm)	Comprimento da fibra (µm)	Diâmetro da fibra (µm)	Espessura da parede da fibra (µm)	Altura do parênquima axial (µm)	Frequência dos raios (mm <sup>-1</sup> )	Altura dos raios (µm)	Largura dos raios (µm)
PCI	-0.171	-0.183	0.183	0.077	-0.228	0.228	-0.186	0.114	0.164	0.154	0.160	0.155	0.015	0.132	0.255	0.015	0.103	-0.163	0.089	0.122
PC2	0.182	-0.108	0.108	0.282	0.166	-0.166	-0.144	0.005	0.239	0.232	0.221	0.112	0.162	0.209	0.030	0.269	0.092	-0.146	0.147	0.248
<i>M. hirtum</i> RBw 3605	0	0	1	0	0	1	8	205	151	198	35858	8	5	796	30	4	227	9	156	15
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	0	0	1	0	0	1	5	200	127	134	17252	9	5	799	34	4	208	7	153	17
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	0	0	1	0	0	1	4	207	79	101	5221	8	4	782	24	3	201	8	147	23
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	0	0	1	0	0	1	9	212	76	87	6696	7	3	778	28	2	198	7	104	14
<i>M. leucopterum</i> (RBw 1354)	1	1	0	0	1	0	52	197	69	90	6608	5	4	633	16	4	186	13	128	11
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	1	1	0	0	1	0	66	200	60	65	3454	6	5	713	14	4	202	10	135	13
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9154)	1	1	0	0	1	0	34	166	36	42	1179	6	4	680	13	4	180	13	123	12
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	0	0	1	0	1	0	28	162	53	63	3201	7	4	724	12	3	141	8	118	20
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9144)	0	0	1	0	1	0	30	178	58	66	3715	7	4	850	15	4	186	9	130	15
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	0	0	1	0	1	0	30	158	59	69	3853	7	5	705	16	5	162	11	98	22
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9149)	0	0	1	0	1	0	27	162	56	63	3318	7	5	755	15	4	166	10	126	19
<i>M. acutifolium</i> (RBw 2773)	1	0	1	1	1	0	6	186	109	113	10036	6	5	1031	18	5	200	7	107	19
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	1	0	1	1	1	0	11	185	111	140	18638	8	4	1076	21	6	202	6	216	25
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	1	0	1	1	1	0	10	178	118	122	14607	4	7	1026	20	5	210	7	206	26
<i>M. acutifolium</i> (RBw 6109)	1	0	1	1	1	0	6	169	137	186	23429	7	5	906	16	5	188	6	129	31
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 2166)	1	1	0	0	1	0	32	190	74	74	4345	7	4	693	15	4	201	11	142	14
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9176)	1	1	0	0	1	0	41	171	62	71	4218	5	4	587	16	4	183	10	131	10
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	1	1	0	0	1	0	20	188	67	94	8228	7	5	856	14	4	193	12	132	11
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 1353)	1	1	0	0	1	0	26	191	66	67	3637	6	4	558	14	5	192	9	122	9
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	1	1	0	0	1	0	68	168	55	59	3125	5	5	668	13	4	177	9	137	14
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9159)	1	1	0	0	1	0	48	201	55	63	3381	5	6	676	14	5	193	8	147	14
<i>M. villosum</i> (RBw 300)	1	0	1	1	1	0	6	175	116	159	22691	7	4	1007	21	5	201	9	139	31
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	1	0	1	1	1	0	6	193	161	181	25051	11	5	891	23	6	225	7	162	41
<i>M. villosum</i> (RBw 1832)	1	0	1	1	1	0	5	199	169	164	24392	11	5	1086	24	5	220	7	165	38
<i>M. villosum</i> (RBw 3524)	1	0	1	1	1	0	5	183	149	200	26804	9	5	960	23	7	199	8	141	28
<i>M. villosum</i> (RBw 6086)	1	0	1	1	1	0	6	182	151	211	27144	10	5	701	20	6	195	10	166	24
<i>M. villosum</i> (BCTw 4642)	1	0	1	1	1	0	5	196	151	202	30705	7	6	1079	18	6	191	6	137	28
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	1	0	1	1	1	0	7	176	174	229	33858	7	7	819	19	6	188	7	125	27
<i>M. villosum</i> (BCTw 10724)	1	0	1	1	1	0	10	195	154	214	30560	6	9	1038	21	7	199	6	159	30
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	1	1	0	0	1	0	19	192	70	81	5345	6	5	551	17	3	237	9	137	13
<i>M. sp nova</i> (RBw 9165)	1	1	0	0	1	0	27	171	66	72	4262	7	5	614	16	4	202	12	117	12
<i>M. sp nova</i> (RBw 9166)	1	1	0	0	1	0	16	202	66	75	4699	7	5	728	19	5	201	10	128	12
<i>M. nycitans</i> (RBw 1698)	1	0	1	0	1	0	14	182	101	105	8944	9	4	895	19	4	213	7	159	19
<i>M. nycitans</i> (RBw 2240)	1	0	1	0	1	0	14	249	101	113	8357	9	4	1102	22	4	257	8	148	24
<i>M. obovatum</i> (RBw 9145)	1	0	1	0	1	0	27	163	55	60	2977	7	4	637	15	4	157	10	94	14
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	1	0	1	0	1	0	22	198	68	74	4547	7	4	700	14	4	193	10	98	14
<i>M. obovatum</i> (RBw 9151)	1	0	1	0	1	0	37	158	49	58	2647	6	4	567	14	4	165	11	115	20
<i>M. obovatum</i> (RBw 9152)	1	0	1	0	1	0	35	200	65	76	4797	7	5	698	14	4	209	10	134	14
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	1	1	0	0	1	0	30	170	84	102	5658	7	4	633	14	4	191	13	133	14
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3577)	1	1	0	0	1	0	30	194	84	94	5840	7	4	630	15	4	193	12	131	14
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 5218)	1	1	0	0	1	0	25	172	84	104	7700	5	5	705	14	4	174	12	120	14
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	1	1	0	0	1	0	26	196	75	102	7277	7	5	570	16	4	197	10	142	17
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 14860)	1	1	0	0	1	0	26	164	69	81	5022	7	5	683	14	4	180	12	137	18

### 3.2 Arquitetura das pontoações intervasculares ornamentadas

As espécies foram analisadas em seção longitudinal tangencial e a descrição completa de cada espécie pode ser vista na Tabela 7. Todas as espécies apresentaram elementos de vaso com placa de perfuração simples (Fig. 18A) e paredes internas ornamentadas (Fig. 18B), pontoações intervasculares alternas (Fig. 18C), pequenas, médias ou grandes e possuem ornamentações na abertura da pontoação e ao redor do canal (Fig. 18D). A câmara da pontoação possui forma circular, enquanto a abertura da pontoação possui forma alongada e pode ser coalescente, ou seja, envolvendo mais de um canal (Fig. 18E-F).

Figura 18 - Caracterização geral dos elementos de vaso de *Machaerium*



Legenda: **A:** Elemento de vaso com placa de perfuração simples (seta), barra=10  $\mu\text{m}$ . **B:** Paredes internas ornamentadas (seta) dos elementos de vaso, barra=2  $\mu\text{m}$ . **C:** Visão da parede interna (cima) e externa (baixo) dos elementos de vaso com pontoações intervasculares alternas, barra=10  $\mu\text{m}$ . **D:** Visão da parede interna (primeiro plano) e externa (segundo plano) com detalhe da membrana de fundo da pontoação (\*) e da câmara da pontoação (seta), barra=2  $\mu\text{m}$ . **E:** Abertura da pontoação coalescente com ornamentações projetadas para o lúme do vaso, barra=2  $\mu\text{m}$ . **F:** Abertura da pontoação coalescente com ornamentações não projetadas para o lúme do vaso, barra=2  $\mu\text{m}$ .

Tabela 7 - Lista das espécies com seu número de registro (RBw/ BCTw) e respectivamente seus dados morfológicos. Os valores da mínima (Min), média (Med), máxima (Max) e desvio padrão (DP) são dados para o diâmetro das pontoações intervasculares.

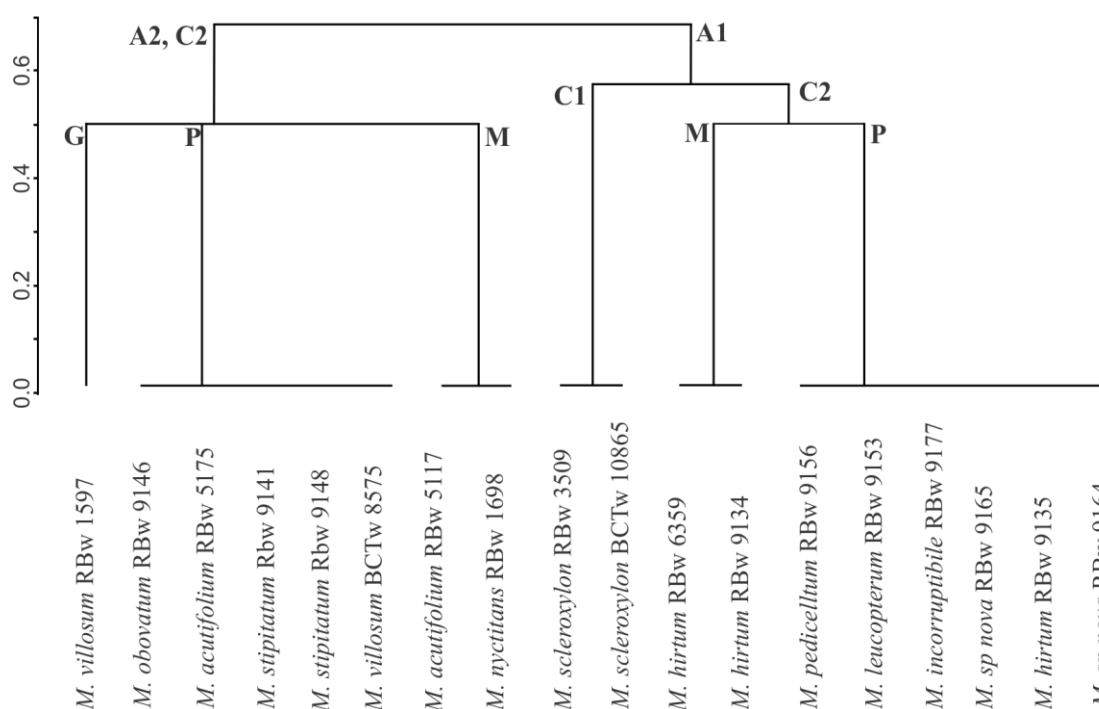
Espécies (RBw/ BCTw)	Diâmetro da Pontoação (µm)				Tamanho da pontoação	Forma da pontoação	Paredes ornamentadas	Tipo de Ornamentação	
	Min	Med	Max	DP				Tipo A	Tipo C
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	7,2	8,6	10,9	1,0	Média	Circular	Presente	A 1	C 2
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	6,1	8,1	9,9	1,0	Média	Circular	Presente	A 1	C 2
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	7,0	7,4	7,8	0,3	Pequena	Circular	Presente	A 1	C 2
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	5,8	7,1	8,6	0,7	Pequena	Circular	Presente	A 2	C 2
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	6,0	6,7	7,9	0,6	Pequena	Circular	Presente	A 2	C 2
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	7,1	8,4	9,1	0,6	Média	Circular	Presente (raro)	A 2	C 2
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	6,4	7,0	8,5	0,6	Pequena	Circular	Presente (raro)	A 2	C 2
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	8,1	9,2	10,5	0,7	Média	Circular	Presente (raro)	A 2	C 2
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	9,5	10,8	12,2	0,9	Grande	Circular	Presente	A 2	C 2
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	6,5	7,2	8,3	0,6	Pequena	Circular	Presente	A 2	C 2
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	5,7	6,0	6,4	0,3	Pequena	Circular	Presente	A1	C 2
<i>M.sp nova</i> (RBw 9165)	5,8	6,7	7,6	0,5	Pequena	Circular	Presente	A1	C 2
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	6,5	7,1	7,4	0,3	Pequena	Circular	Presente	A2	C 2
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	6,0	6,8	7,4	0,5	Pequena	Circular	Presente	A1	C 2
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	5,1	5,8	6,6	0,5	Pequena	Circular	Presente	A1	C 2
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	4,8	5,4	6,1	0,4	Pequena	Circular	Presente	A1	C 2
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	6,1	7,5	9,3	1,0	Pequena	Circular	Presente	A1	C 1
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	6,7	7,5	8,0	0,4	Pequena	Circular	Presente	A1	C 1

A projeção ou não das ornamentações da abertura em direção ao lúmen do elemento de vaso separou as espécies estudadas em dois grupos distintos (Fig. 19-20/ Tab. 8-9), no primeiro as ornamentações não são projetadas: *M. villosum*, *M. nyctitans*, *M. stipitatum*, *M. acutifolium* e *M. obovatum* (Fig. 21-25), enquanto no segundo são projetadas: *M. scleroxylon*, *M. pedicellatum*, *M. sp. nova*, *M. incorruptibile*, *M. leucopterum* e *M. hirtum* (Fig. 26-31). No segundo grupo, o padrão de distribuição das ornamentações na câmara da pontoação foi importante para a identificação de *M. scleroxylon* que apresentou ornamentações em toda câmara, das demais espécies que apresentaram ornamentações ao redor do canal. O tamanho da pontoação apresentou variação entre indivíduos da mesma espécie (Fig. 19), portanto, este caráter não foi informativo na identificação das espécies (Fig. 20).

Tabela 8 - Lista de variáveis morfológicas das pontoações intervasculares utilizadas na Análise de Agrupamento.

Espécies (RBw/ BCTw)	Tamanho da pontoação				Tipo da ornamentação			
	Diminuta	Pequena	Média	Grande	Tipo C1	Tipo C2	Tipo A1	Tipo A2
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	0	0	1	0	0	1	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	0	0	1	0	0	1	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	0	0	0	1	0	1	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>M.sp nova</i> (RBw 9165)	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	0	1	0	0	1	0	1	0
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	0	1	0	0	1	0	1	0

Figura 19 - Análise de agrupamento com os dados morfológicos das ornamentações

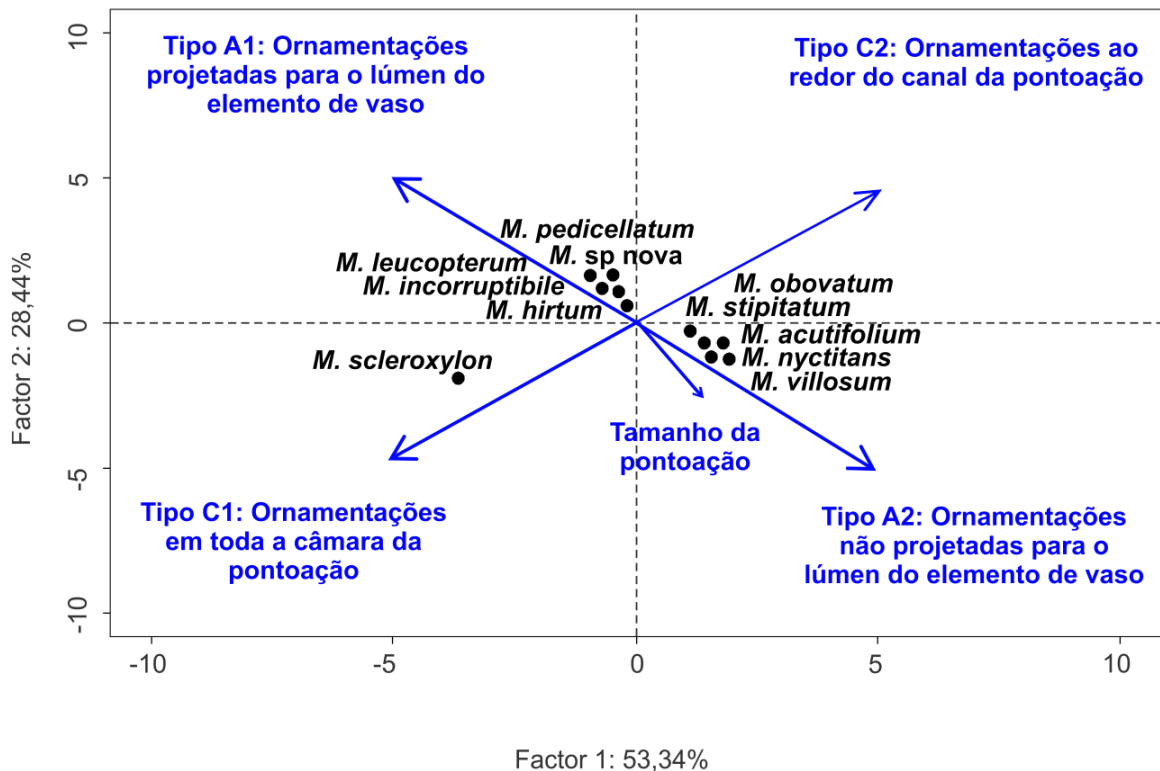


Legenda: **P**: pontoação pequena, **M**: pontoação média, **G**: pontoação grande, **A1**: As ornamentações da abertura da pontoação se projetam para o lúmen do elemento de vaso, **A2**: As ornamentações da abertura da pontoação não se projetam para o lúmen do elemento de vaso, **C1**: As ornamentações estão distribuídas por toda a câmara da pontoação desde a abertura até o teto da pontoação, ou seja, até a margem da aréola, **C2**: As ornamentações estão distribuídas somente ao redor do canal da pontoação.

Tabela 9 - Lista de variáveis morfológicas das pontoações intervasculares utilizadas na Análise de PCA. Valor dos auto vetores (PC1, PC2) para cada caráter.

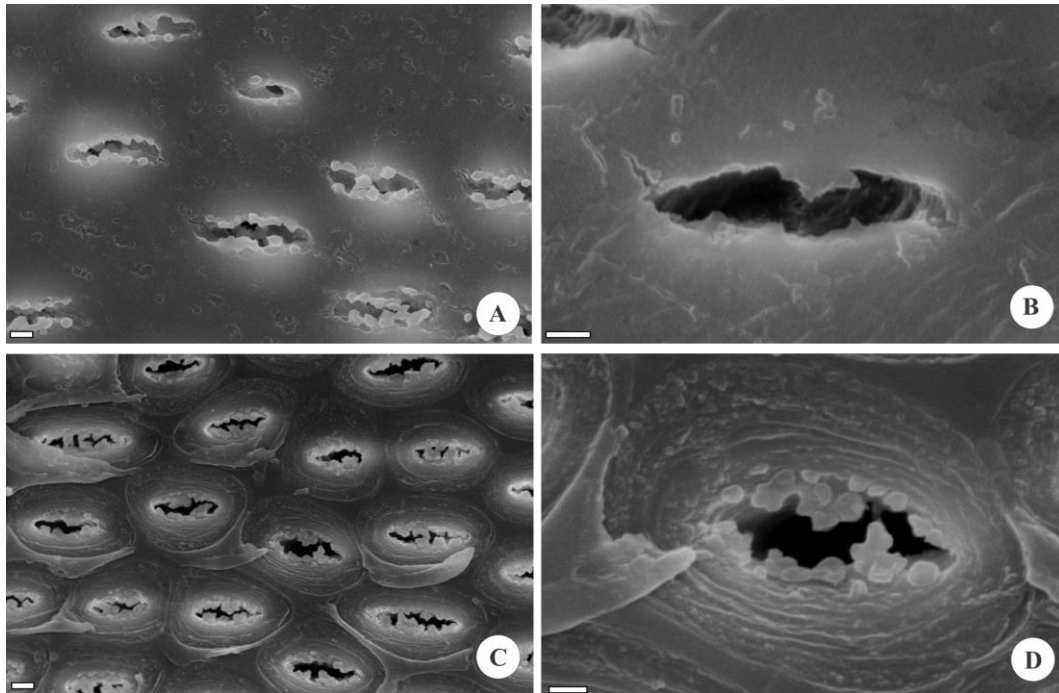
Espécies (RBw/ BCTw)	Diâmetro da pontoação (µm)	Tipo da ornamentação			
		Tipo C1	Tipo C2	Tipo A1	Tipo A2
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	9	0	1	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	8	0	1	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	7	0	1	1	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	7	0	1	0	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	7	0	1	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	8	0	1	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	4	0	1	0	1
<i>M. nycitans</i> (RBw 1698)	9	0	1	0	1
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	11	0	1	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	7	0	1	0	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	6	0	1	1	0
<i>M. sp nova</i> (RBw 9165)	7	0	1	1	0
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	7	0	1	0	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	7	0	1	1	0
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	6	0	1	1	0
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	5	0	1	1	0
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	7	1	0	1	0
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	7	1	0	1	0
<b>Vetores</b>					
<b>PC1</b>	<b>0,143</b>	<b>-0,486</b>	<b>0,486</b>	<b>-0,503</b>	<b>0,503</b>
<b>PC2</b>	<b>-0,321</b>	<b>-0,504</b>	<b>0,504</b>	<b>0,440</b>	<b>-0,440</b>

Figura 20 - Análise de PCA com os dados morfológicos das ornamentações



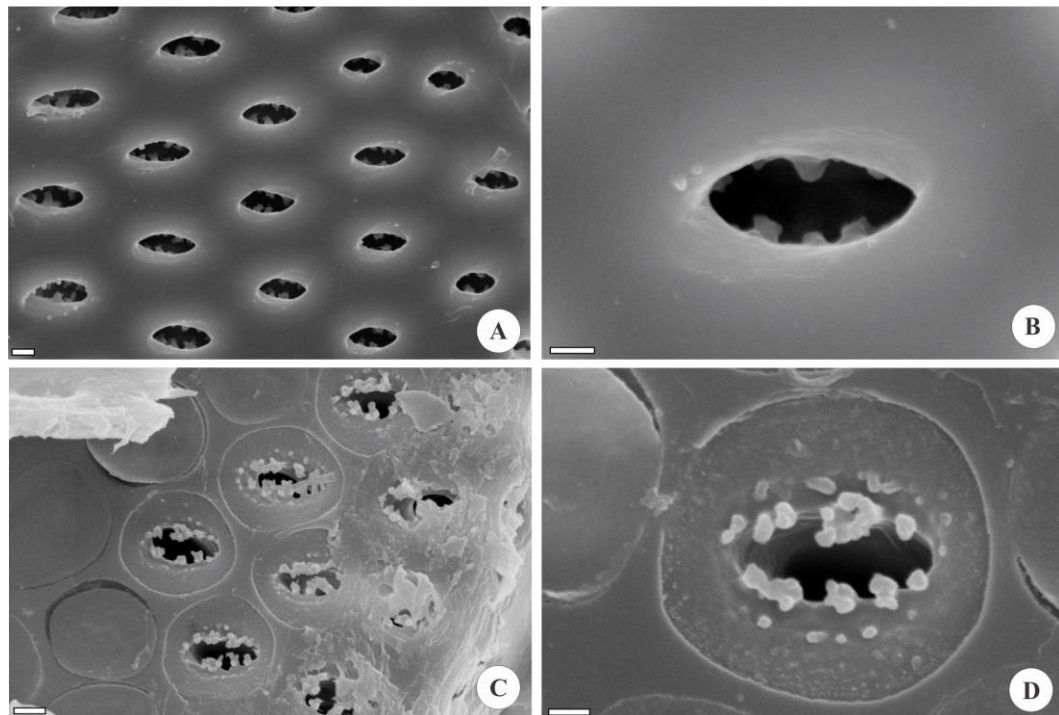
Nota: O PC1 foi responsável por 53 % da variância, enquanto o PC2 por 28 %.

Figura 21 - Pontoações intervasculares ornamentadas em *M. villosum*



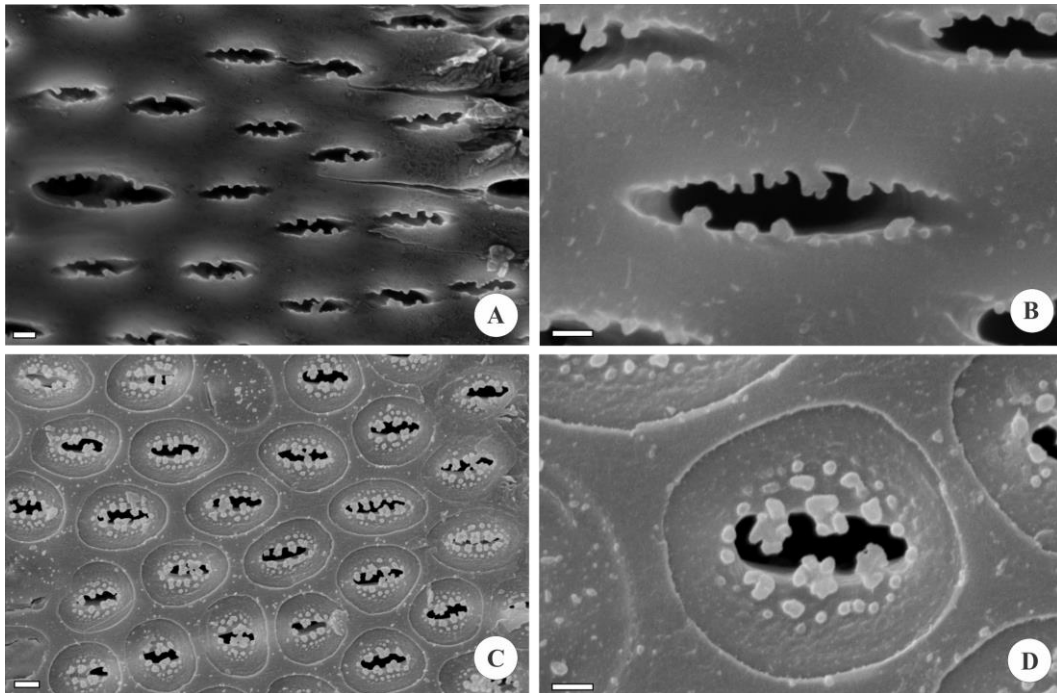
Legenda: **A:** Visão da face interna do elemento de vaso, barra=1 µm. **B:** Detalhe da abertura da pontoação, barra=1 µm. **C:** Visão da face externa do elemento de vaso, barra=2 µm. **D:** Detalhe da câmara da pontoação, barra=1 µm.

Figura 22 - Pontoações intervasculares ornamentadas em *M. nyctitans*



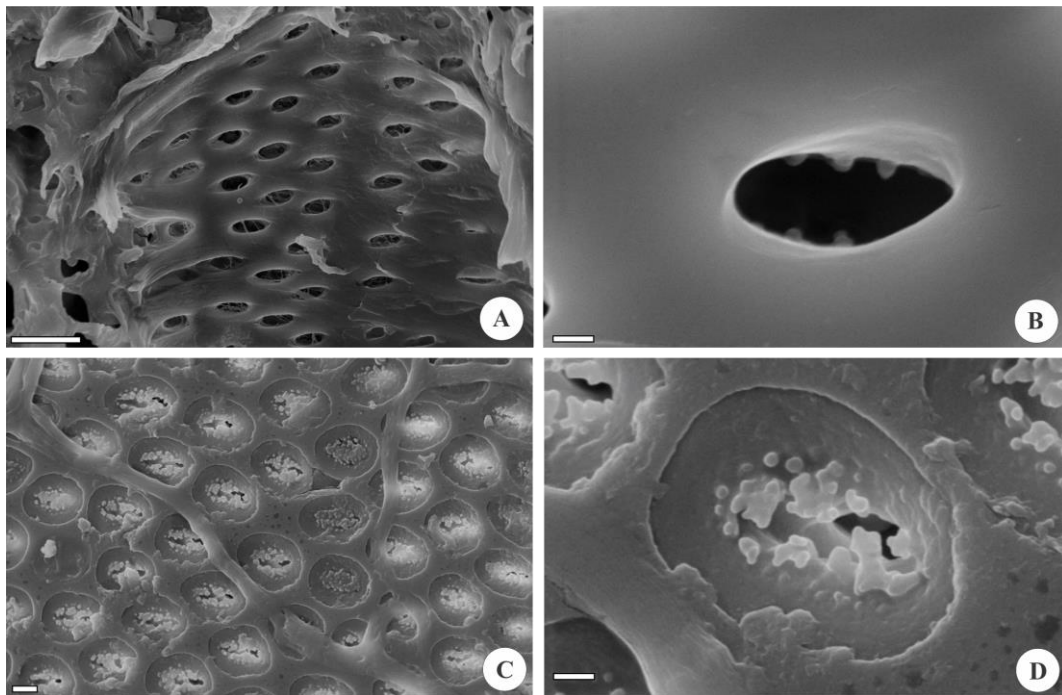
Legenda: **A:** Visão da face interna do elemento de vaso, barra=2 µm. **B:** Detalhe da abertura da pontoação, barra=1 µm. **C:** Visão da face externa do elemento de vaso, barra=2 µm. **D:** Detalhe da câmara da pontoação, barra=1 µm.

Figura 23 - Pontoações intervasculares ornamentadas em *M. stipitatum*.



Legenda: **A:** Visão da face interna do elemento de vaso, barra=2 µm. **B:** Detalhe da abertura da pontoação, barra=1 µm. **C:** Visão da face externa do elemento de vaso, barra=2 µm. **D:** Detalhe da câmara da pontoação, barra=1 µm.

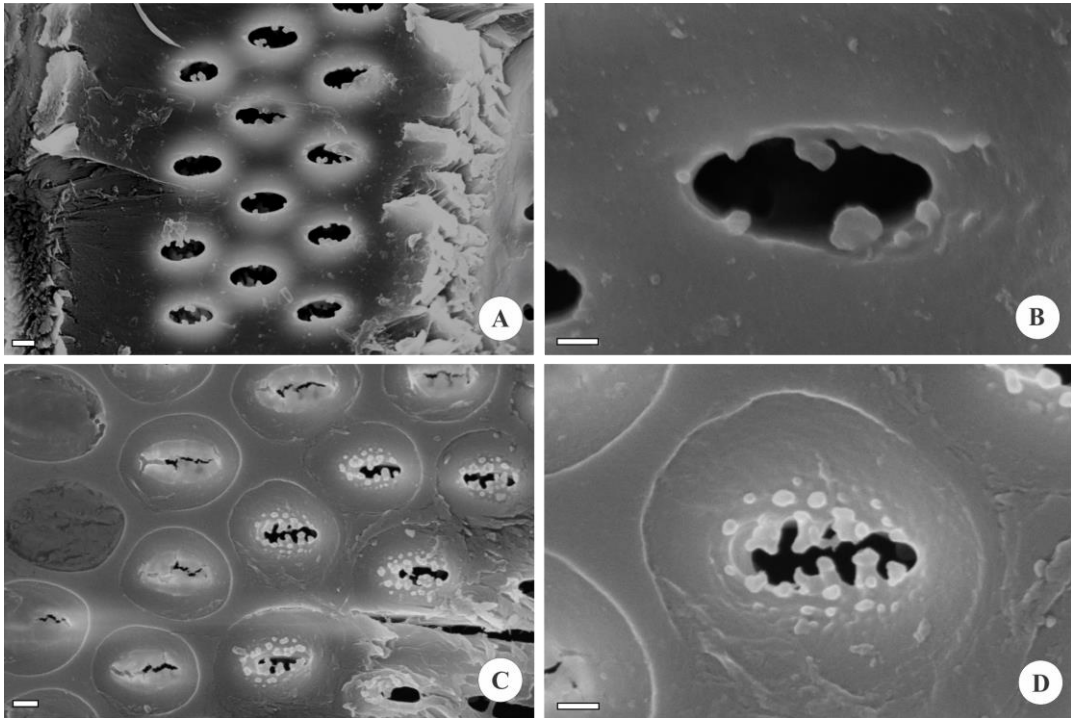
Figura 24 - Pontoações intervasculares ornamentadas em *M. acutifolium*.



Legenda: **A:** Visão da face interna do elemento de vaso, barra=10 µm. **B:** Detalhe da abertura da pontoação, barra=1 µm. **C:** Visão da face externa do elemento de vaso, barra=10 µm. **D:** Detalhe da câmara da pontoação, barra=1 µm.

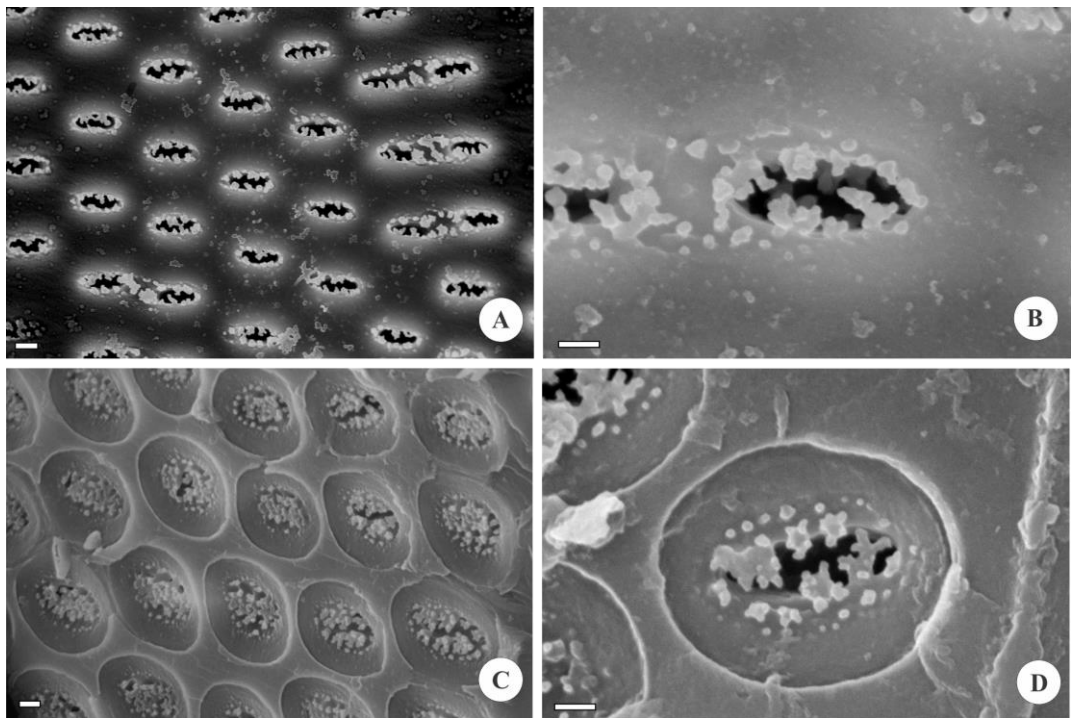


Figura 25 - Pontoações intervasculares ornamentadas em *M. obovatum*.



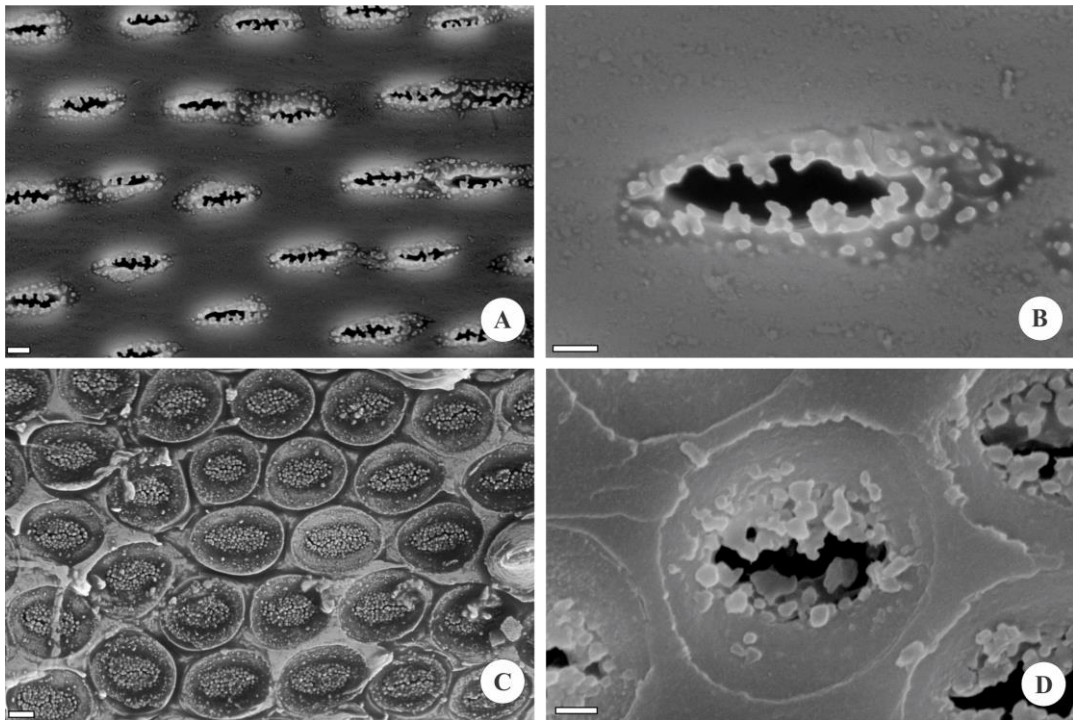
Legenda: **A:** Visão da face interna do elemento de vaso, barra=2  $\mu\text{m}$ . **B:** Detalhe da abertura da pontoação, barra=1  $\mu\text{m}$ . **C:** Visão da face externa do elemento de vaso, barra=2  $\mu\text{m}$ . **D:** Detalhe da câmara da pontoação, barra=1  $\mu\text{m}$ .

Figura 26 - Pontoações intervasculares ornamentadas em *M. pedicellatum*.



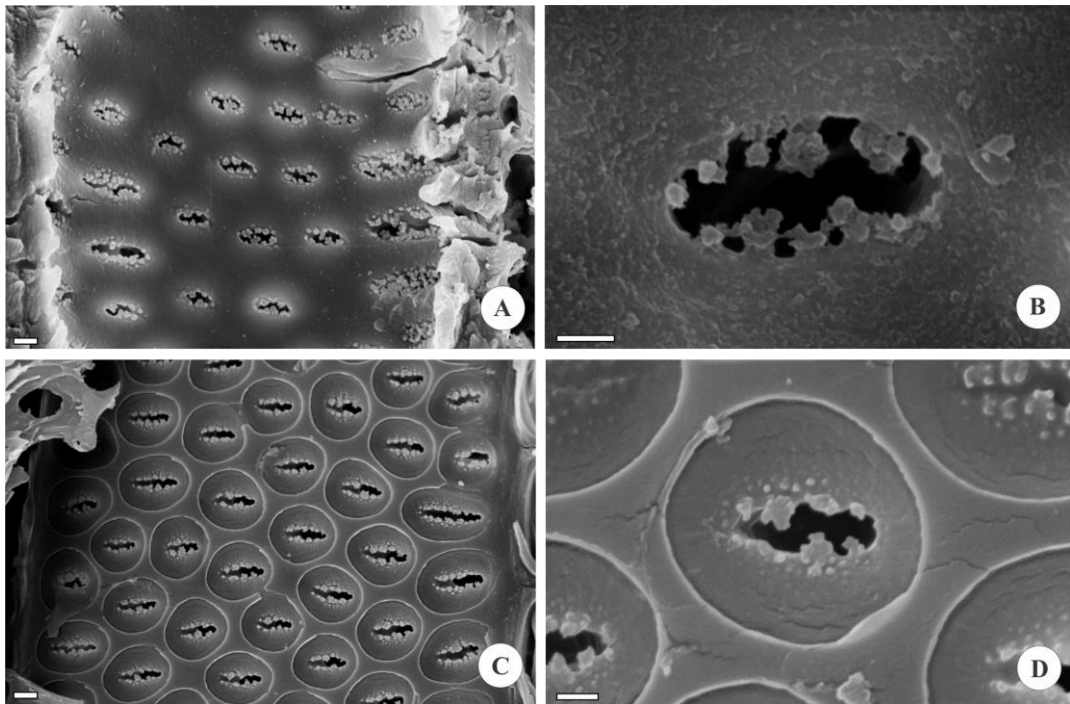
Legenda: **A:** Visão da face interna do elemento de vaso, barra=2  $\mu\text{m}$ . **B:** Detalhe da abertura da pontoação, barra=1  $\mu\text{m}$ . **C:** Visão da face externa do elemento de vaso, barra=1  $\mu\text{m}$ . **D:** Detalhe da câmara da pontoação, barra=1  $\mu\text{m}$ .

Figura 27 - Pontoações intervasculares ornamentadas em *M. scleroxylon*



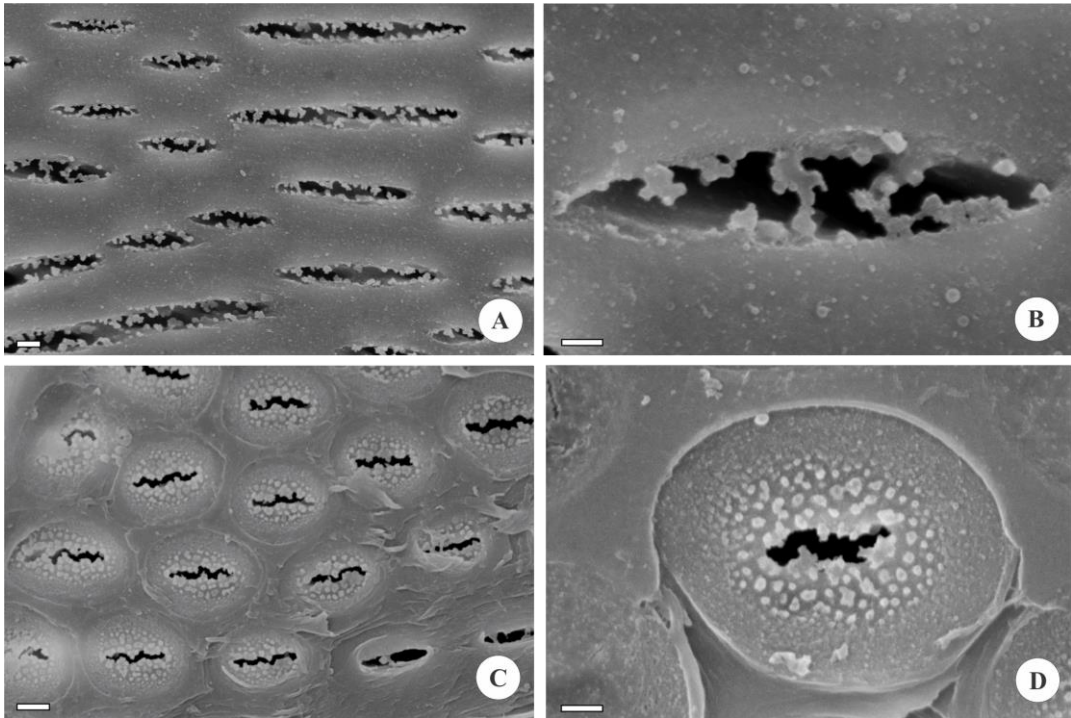
Legenda: **A:** Visão da face interna do elemento de vaso, barra=2 µm. **B:** Detalhe da abertura da pontoação, barra=1 µm. **C:** Visão da face externa do elemento de vaso, barra=2 µm. **D:** Detalhe da câmara da pontoação, barra=1 µm.

Figura 28 - Pontoações intervasculares ornamentadas em *M. leucopterum*



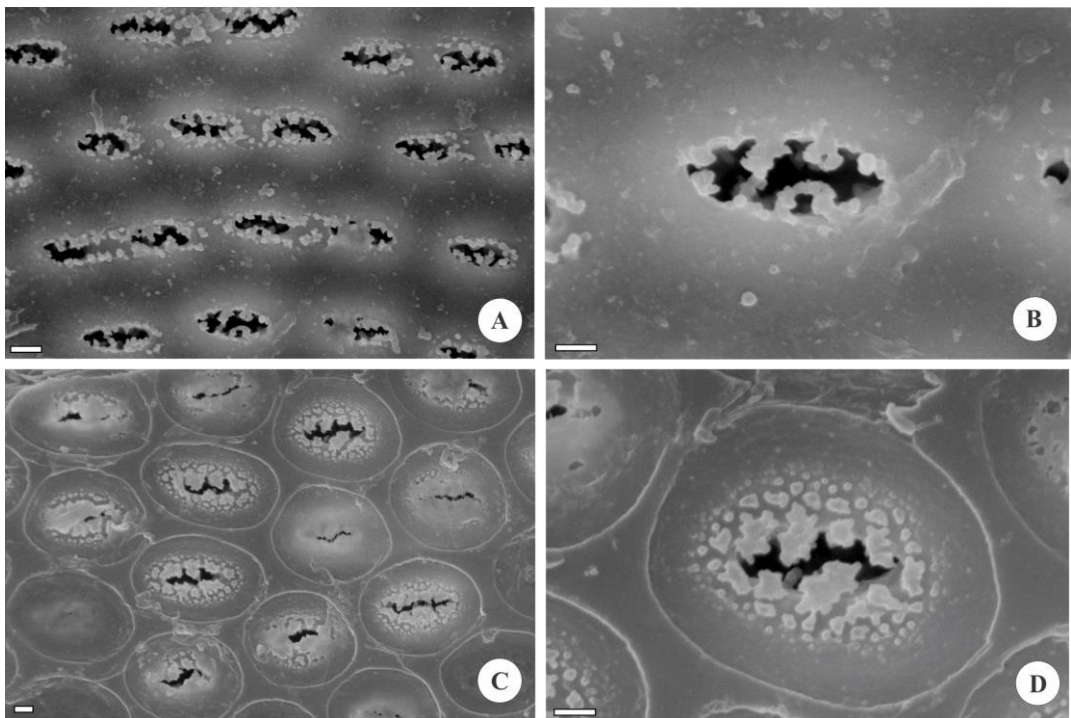
Legenda: **A:** Visão da face interna do elemento de vaso, barra=2 µm. **B:** Detalhe da abertura da pontoação, barra=1 µm. **C:** Visão da face externa do elemento de vaso, barra=2 µm. **D:** Detalhe da câmara da pontoação, barra=1 µm.

Figura 29 - Pontoações intervasculares ornamentadas em *M. incorruptibile*



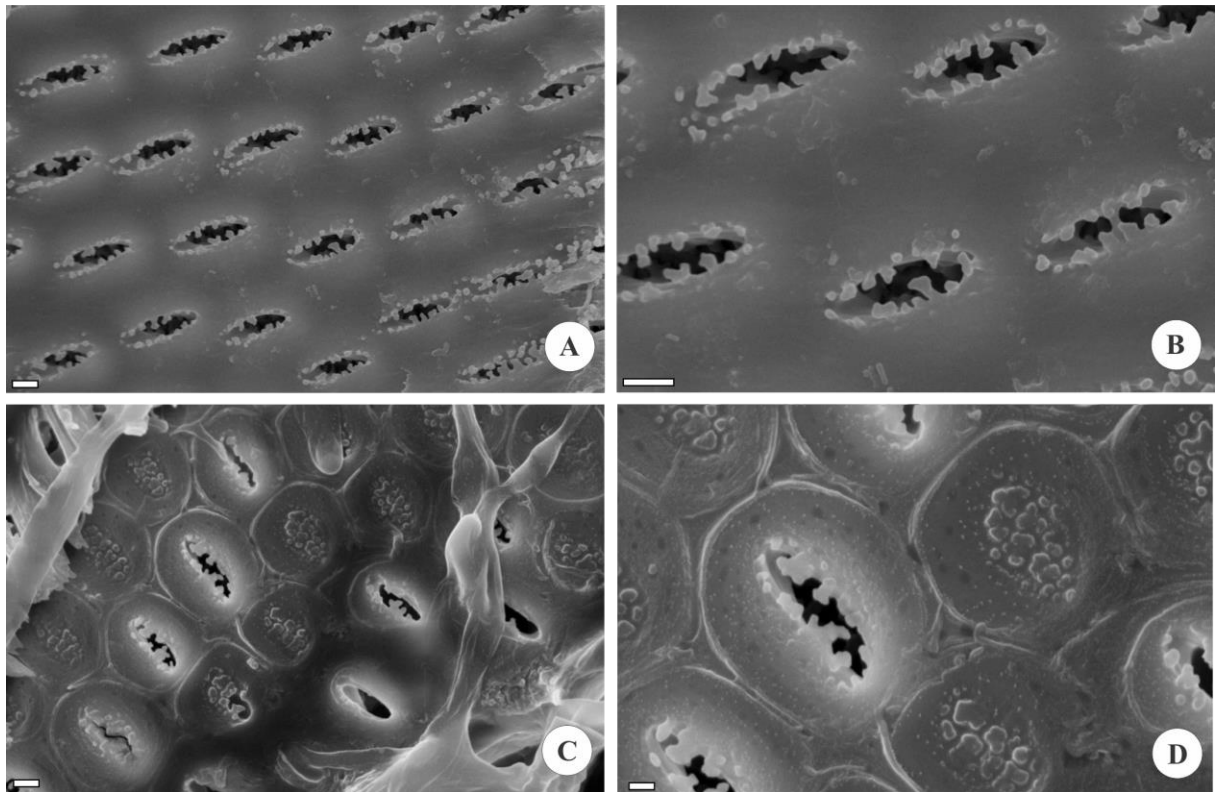
Legenda: **A:** Visão da face interna do elemento de vaso, barra=2 µm. **B:** Detalhe da abertura da pontoação, barra=1 µm. **C:** Visão da face externa do elemento de vaso, barra=2 µm. **D:** Detalhe da câmara da pontoação, barra=1 µm.

Figura 30 - Pontoações intervasculares ornamentadas em *M. sp. nova*.



Legenda: **A:** Visão da face interna do elemento de vaso, barra=2 µm. **B:** Detalhe da abertura da pontoação, barra=1 µm. **C:** Visão da face externa do elemento de vaso, barra=2 µm. **D:** Detalhe da câmara da pontoação, barra=1 µm.

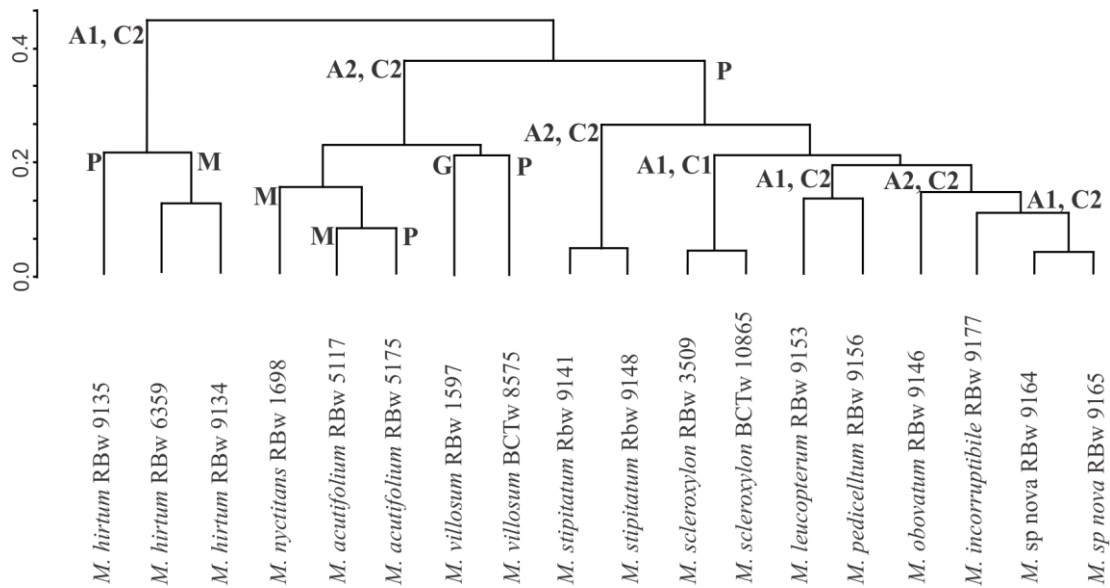
Figura 31- Pontoações intervasculares ornamentadas em *M. hirtum*



Legenda: A: Visão da face interna do elemento de vaso, barra=2  $\mu$ m. B: Detalhe da abertura da pontoação, barra=2  $\mu$ m. C: Visão da face externa do elemento de vaso, barra=2  $\mu$ m. D: Detalhe da câmara da pontoação, barra=1  $\mu$ m.

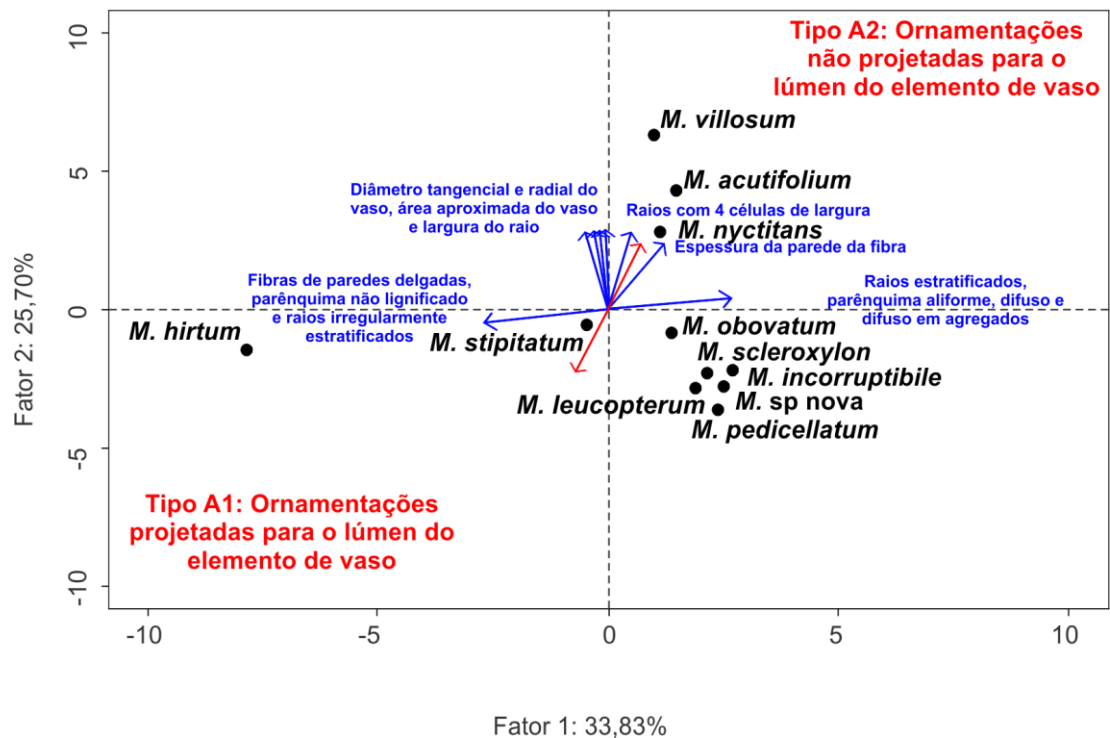
A arquitetura das pontoações combinada a outros caracteres anatômicos da madeira permitiram uma melhor identificação das espécies estudadas (Fig. 32-33/ Tab. 10-11). De acordo com as variáveis analisadas, as espécies foram divididas em dois grupos. O primeiro formado por *M. hirtum* se caracterizou pelos tipos A1 C2. O segundo grupo pode ser dividido em dois subgrupos: o primeiro formado por *M. villosum*, *M. acutifolium* e *M. nyctitans* se caracteriza pelos tipos A2 C2. No segundo subgrupo *M. stipitatum* e *M. obovatum* se caracterizam pelos tipos A2 C2, *M. scleroxylon* pelos tipos A1 C1 e as espécies restantes pelos tipos A1 C2.

Figura 32 - Análise de agrupamento com os dados morfológicos das ornamentações combinados aos dados anatômicos do lenho



Legenda: P: pontuação pequena, M: pontuação média, G: pontuação grande, A1: As ornamentações da abertura da pontuação se projetam para o lúmen do elemento de vaso, A2: As ornamentações da abertura da pontuação não se projetam para o lúmen do elemento de vaso, C1: As ornamentações estão distribuídas por toda a câmara da pontuação desde a abertura até o teto da pontuação, ou seja, até a margem da aréola, C2: As ornamentações estão distribuídas somente ao redor do canal da pontuação.

Figura 33 - Análise de PCA com os dados morfológicos das ornamentações combinados aos dados anatômicos do lenho.



Nota: O PC1 foi responsável por 53% da variância, enquanto o PC2 por 28 %.

Tabela 10 - Lista de variáveis anatômicas do lenho combinadas aos dados morfológicos das pontoações intervasculares e utilizadas na Análise de Agrupamento. Os dados discretos foram transformados em intervalos de frequência. (Continua)

Espécies (RBw/ BCTw)														
	Camadas de crescimento distintas	Camadas de crescimento demarcadas por faixas de parênquima marginal	Camadas de crescimento demarcadas pela diferença na frequência de faixas de parênquima axial	Camadas de crescimento demarcadas pela dilatação dos raios	Camadas de crescimento indistintas	Porosidade difusa	Vasos em faixas tangenciais	Vasos em arranjo radial ou diagonal	Múltiplos radiais	cachos	Contorno do vaso arredondado	Placas de perfuração simples	Pontoações intervasculares alternas	Pontoações intervasculares pequenas (4-7 µm)
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>M. nycitans</i> (RBw 1698)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9165)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 10 - Lista de variáveis anatômicas do lenho combinadas aos dados morfológicos das pontoações intervasculares e utilizadas na Análise de Agrupamento. Os dados discretos foram transformados em intervalos de frequência. (Continuação)

Espécies (RBw/ BCTw)	Pontoações intervasculares médias (7-10 µm)		Pontoações intervasculares grandes (>= 10 µm)		Pontoações ornamentadas		Pontoações raio-vasculares e parênquima -vasculares semelhantes às intervasculares		Fibras com pontoações simples e diminutas		Fibras não septadas		Fibras com paredes delgadas a espessas		Fibras com paredes espessas		Parênquima axial difuso		Parênquima difuso em agregados		Parênquima vascêntrico		Parênquima aliforme		Parênquima confluyente (trechos curtos 2-3 vasos)		Parênquima confluyente (formando faixas)	
	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M.sp nova</i> (RBw 9165)	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1

Tabela 10 - Lista de variáveis anatômicas do lenho combinadas aos dados morfológicos das pontoações intervasculares e utilizadas na Análise de Agrupamento. Os dados discretos foram transformados em intervalos de frequência. (Continuação)

<b>Espécies (RBw/ BCTw)</b>	<b>Parênquima em faixas</b>	<b>Parênquima não lignificado</b>	<b>Parênquima lignificado</b>	<b>Parênquima em faixas com mais de 4 células de largura</b>	<b>Parênquima em faixas com até 4 células de largura</b>	<b>Parênquima em faixas marginais</b>	<b>células do parênquima fusiformes</b>	<b>2 células por série de parênquima axial</b>	<b>Raios exclusivamente unisseriados</b>	<b>Raios 1-3 células</b>	<b>Raios com 4 células de largura ou maiores</b>	<b>Raios somente com células procumbentes</b>	<b>Células disjuntivas de raio</b>	<b>Todos os raios estratificados</b>
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
<i>M.sp nova</i> (RBw 9165)	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1



Tabela 10 - Lista de variáveis anatômicas do lenho combinadas aos dados morfológicos das pontoações intervasculares e utilizadas na Análise de Agrupamento. Os dados discretos foram transformados em intervalos de frequência. (Continuação)

Espécies (RBw/ BCTw)	Parênquima axial						Cristais em câmaras do parênquima axial				Vasos/mm <sup>2</sup>		
	Parênquima axial estratificado	Vasos estratificados	Fibras estratificadas	Raios e elementos axiais irregularmente estratificados	Cristais prismáticos presentes	Cristais em câmaras do parênquima axial	Tipo C1	Tipo C2	Tipo A1	Tipo A2	< 15 vasos/mm <sup>2</sup>	15-30 vasos/mm <sup>2</sup>	>30 vasos/mm <sup>2</sup>
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
<i>M. nycitans</i> (RBw 1698)	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M.sp nova</i> (RBw 9165)	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0

Tabela 10 - Lista de variáveis anatômicas do lenho combinadas aos dados morfológicos das pontoações intervasculares e utilizadas na Análise de Agrupamento. Os dados discretos foram transformados em intervalos de frequência. (Continuação)

Espécies (RBw/ BCTw)	Comprimento dos elementos de vaso entre 150 a 300 µm													
	Diâmetro tangencial do vaso < 100µm		Diâmetro tangencial do vaso 100 a 200µm		Diâmetro radial do vaso < 100µm		Diâmetro radial do vaso 100 a 200µm		Diâmetro radial do vaso > 200 µm		Area do círculo < 10.000 µm		Area do círculo > 20.000 µm	
	fibras < 900 µm		fibras 900-1600 µm		Diametro da fibra 10 a 20 µm		Diametro da fibra > 20 µm							
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>M.sp nova</i> (RBw 9165)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>M. incurruptibile</i> (RBw 9177)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0

Tabela 10 - Lista de variáveis anatômicas do lenho combinadas aos dados morfológicos das pontoações intervasculares e utilizadas na Análise de Agrupamento. Os dados discretos foram transformados em intervalos de frequência. (Conclusão)

Espécies (RBw/ BCTw)	Altura do parênquima axial 100 a 200 $\mu\text{m}$	Altura do parênquima axial > 200 $\mu\text{m}$	raios <10 mm	raios > ou igual 10 mm	Altura dos raios < 150 $\mu\text{m}$	Altura dos raios 150 a 300 $\mu\text{m}$	Largura do raio < 15 $\mu\text{m}$	Largura do raio 15 a 30 $\mu\text{m}$	Largura do raio >30 $\mu\text{m}$
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	0	1	1	0	0	1	0	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	0	1	1	0	1	0	0	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	1	0	1	0	1	0	1	0	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	1	0	1	0	1	0	0	1	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	1	0	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	0	1	1	0	0	1	0	1	0
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	0	1	1	0	0	1	0	1	0
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	0	1	1	0	0	1	0	1	0
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	0	1	1	0	0	1	0	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	1	0	1	0	1	0	0	1	0
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	0	1	1	0	1	0	1	0	0
<i>M.sp nova</i> (RBw 9165)	0	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	1	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	1	0	0	1	1	0	0	1	0
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	0	1	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	1	0	1	0	1	0	1	0	0
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	1	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	1	0	0	1	1	0	0	1	0

Tabela 11 - Lista de variáveis anatômicas do lenho combinadas aos dados morfológicos das pontoações intervasculares e utilizadas na Análise de PCA. Valor dos auto vetores (PC1, PC2) para cada caráter. (Continua)

Espécies (RBw/ BCTw)	Camadas de crescimento distintas		Camadas de crescimento demarcadas por faixas de parênquima marginal	Camadas de crescimento demarcadas pela diferença na frequência de faixas de parênquim axial	Camadas de crescimento demarcadas pela dilatação dos raios	Camadas de crescimento indistintas		Vasos em faixas tangenciais	Pontoações intervasculares pequenas (4-7 µm)	Pontoações intervasculares médias (7-10 µm)	Pontoações intervasculares grandes (>/= 10 µm)	Fibras de paredes delgadas	Fibras com paredes delgadas a espessas	Fibras com paredes espessas	Parênquima axial difuso	Parênquima difuso em agregados
	0	0				0	0									
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	
<i>M.sp nova</i> (RBw 9165)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	
<b>Vetores</b>																
<b>PC1</b>	<b>0,186</b>	<b>0,186</b>	<b>0,136</b>	<b>-0,033</b>	<b>-0,186</b>	<b>0,110</b>	<b>0,216</b>	<b>-0,209</b>	<b>-0,035</b>	<b>-0,188</b>	<b>0,118</b>	<b>0,065</b>	<b>0,235</b>	<b>0,235</b>	<b>0,235</b>	
<b>PC2</b>	<b>-0,128</b>	<b>-0,128</b>	<b>0,105</b>	<b>-0,230</b>	<b>0,128</b>	<b>0,076</b>	<b>0,057</b>	<b>0,028</b>	<b>-0,173</b>	<b>0,129</b>	<b>-0,14</b>	<b>0,066</b>	<b>-0,135</b>	<b>-0,135</b>	<b>-0,135</b>	

Tabela 11 - Lista de variáveis anatômicas do lenho combinadas aos dados morfológicos das pontoações intervasculares e utilizadas na Análise de PCA. Valor dos auto vetores (PC1, PC2) para cada caráter. (Continuação)

Espécies (RBw/ BCTw)	Parênquima vasicêntrico	Parênquima aliforme	Parênquima não lignificado	Parênquima em faixas com mais de 4 células de largura	Parênquima em faixas marginais	Raios exclusivamente unisseriados	Raios 1-3 células	Raios com 4 células de largura ou maiores	Todos os raios estratificados	Raios e elementos axiais irregularmente estratificados	Vessels/mm <sup>2</sup>	Comprimento dos elementos de vaso	Diâmetro tangencial do vaso	Diâmetro radial do vaso
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	8	205	151	198
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	5	200	127	134
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	4	207	79	101
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	28	162	53	63
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	30	158	59	69
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	11	185	111	140
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	10	178	118	122
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	14	182	101	105
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	6	193	161	181
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	7	176	174	229
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	19	192	70	81
<i>M.sp nova</i> (RBw 9165)	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	27	171	66	72
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	22	198	68	74
<i>M. incorruptibile</i> (RBw 9177)	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	20	188	67	94
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	66	200	60	65
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	68	168	55	59
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	30	170	84	102
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	26	196	75	102
<b>Vetores</b>														
<b>PC1</b>	<b>-0,077</b>	<b>0,235</b>	<b>-0,235</b>	<b>-0,128</b>	<b>0,186</b>	<b>0,182</b>	<b>-0,182</b>	<b>-0,029</b>	<b>0,235</b>	<b>-0,235</b>	<b>0,168</b>	<b>-0,132</b>	<b>-0,153</b>	<b>-0,146</b>
<b>PC2</b>	<b>0,048</b>	<b>-0,135</b>	<b>0,135</b>	<b>-0,005</b>	<b>-0,128</b>	<b>0,153</b>	<b>-0,153</b>	<b>-0,295</b>	<b>-0,135</b>	<b>0,135</b>	<b>0,124</b>	<b>0,051</b>	<b>-0,212</b>	<b>-0,195</b>

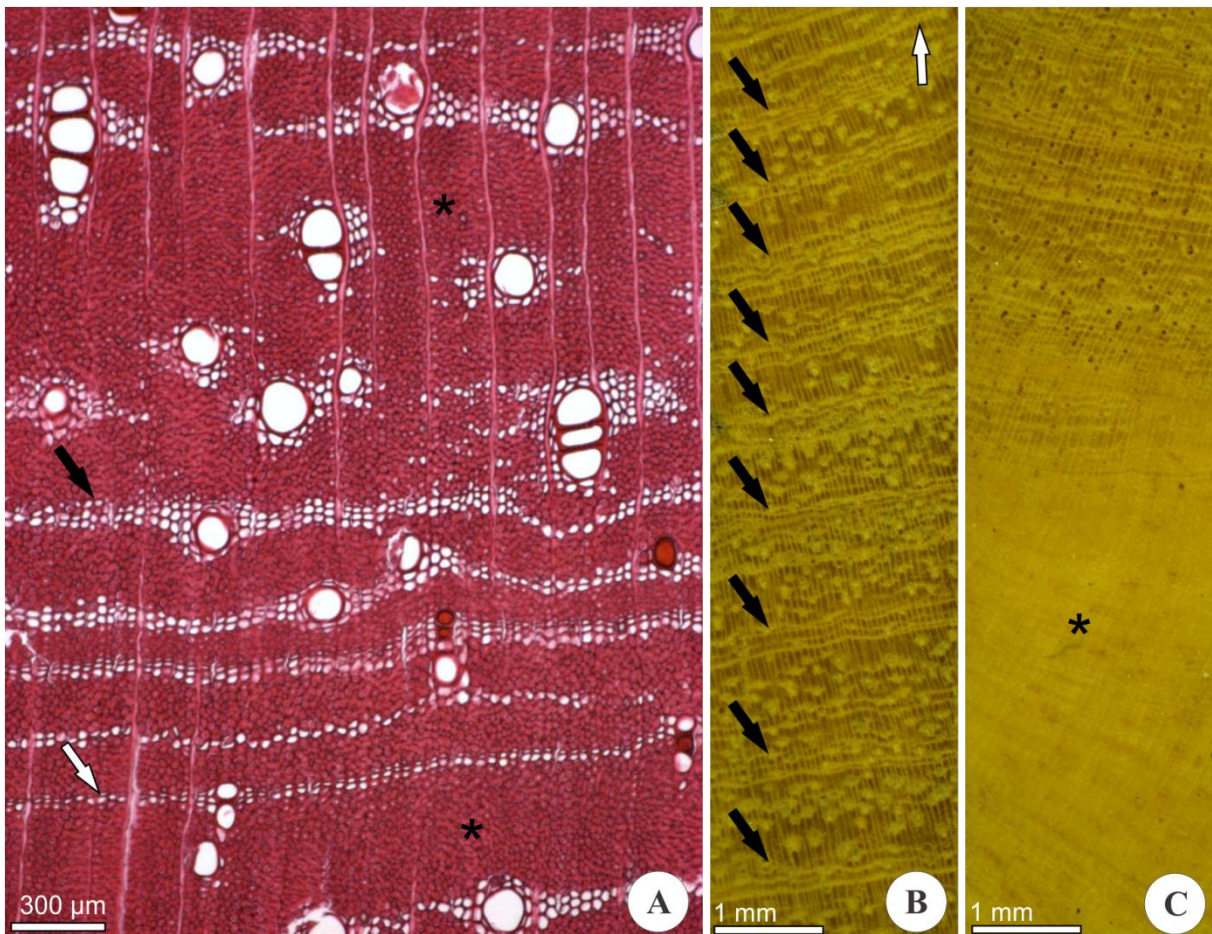
Tabela 11 - Lista de variáveis anatômicas do lenho combinadas aos dados morfológicos das pontoações intervasculares e utilizadas na Análise de PCA. Valor dos auto vetores (PC1, PC2) para cada caráter. (Conclusão)

Espécies (RBw/BCTw)	Área aproximada do vaso	Diâmetro da pontoação intervascular		Comprimento da fibra	Diâmetro da fibra	Espessura da parede da fibra	Parênquima axial (Altura do seriado)	Raios/mm'	Altura dos raios	Largura dos raios	Tipo C1	Tipo C2	Tipo A1	Tipo A2
<i>M. hirtum</i> (RBw 6359)	35858	9	5	796	30	4	227	9	156	15	0	1	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9134)	17252	8	5	799	34	4	208	7	153	17	0	1	1	0
<i>M. hirtum</i> (RBw 9135)	5221	7	4	782	24	3	201	8	147	23	0	1	1	0
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9141)	3201	7	4	724	12	3	141	8	118	20	0	1	0	1
<i>M. stipitatum</i> (RBw 9148)	3853	7	5	705	16	5	162	11	98	22	0	1	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5117)	18638	8	4	1076	21	6	202	6	216	25	0	1	0	1
<i>M. acutifolium</i> (RBw 5175)	14607	4	7	1026	20	5	210	7	206	26	0	1	0	1
<i>M. nyctitans</i> (RBw 1698)	8944	9	4	895	19	4	213	7	159	19	0	1	0	1
<i>M. villosum</i> (RBw 1597)	25051	11	5	891	23	6	225	7	162	41	0	1	0	1
<i>M. villosum</i> (BCTw 8575)	33858	7	7	819	19	6	188	7	125	27	0	1	0	1
<i>M. sp nova</i> (RBw 9164)	5345	6	5	551	17	3	237	9	137	13	0	1	1	0
<i>M.sp nova</i> (RBw 9165)	4262	7	5	614	16	4	202	12	117	12	0	1	1	0
<i>M. obovatum</i> (RBw 9146)	4547	7	4	700	14	4	193	10	98	14	0	1	0	1
<i>M. incurruptibile</i> (RBw 9177)	8228	7	5	856	14	4	193	12	132	11	0	1	1	0
<i>M. leucopterum</i> (RBw 9153)	3454	6	5	713	14	4	202	10	135	13	0	1	1	0
<i>M. pedicellatum</i> (RBw 9156)	3125	5	5	668	13	4	177	9	137	14	0	1	1	0
<i>M. scleroxylon</i> (RBw 3509)	5658	7	4	633	14	4	191	13	133	14	1	0	1	0
<i>M. scleroxylon</i> (BCTw 10865)	7277	7	5	570	16	4	197	10	142	17	1	0	1	0
<b>Vetores</b>														
<b>PC1</b>	<b>-0,150</b>	<b>-0,145</b>	<b>0,010</b>	<b>-0,103</b>	<b>-0,242</b>	<b>-0,010</b>	<b>-0,073</b>	<b>0,144</b>	<b>-0,083</b>	<b>-0,092</b>	<b>0,078</b>	<b>-0,078</b>	<b>0,002</b>	<b>-0,002</b>
<b>PC2</b>	<b>-0,183</b>	<b>-0,079</b>	<b>-0,134</b>	<b>-0,214</b>	<b>-0,021</b>	<b>-0,277</b>	<b>-0,050</b>	<b>0,179</b>	<b>-0,147</b>	<b>-0,256</b>	<b>0,062</b>	<b>-0,062</b>	<b>0,251</b>	<b>-0,251</b>

### 3.3 Dendrocronologia

*Machaerium incorruptibile* apresenta anéis de crescimento distintos e demarcados pela diminuição da frequência de faixas de parênquima axial em direção ao lenho tardio resultando em uma zona fibrosa distinta, além de faixas de parênquima marginal (Fig. 34). Foi realizado o método de marcação cambial, onde foi feita uma injúria no câmbio com a sonda de Pressler, ou seja, uma adaptação da marcação cambial proposta por Mariaux (1967). A injúria no câmbio foi feita em 26 de maio de 2010 e foi coletada em 11 de março de 2013. Através da coleta da injúria cambial foi possível verificar que a espécie apresenta periodicidade de crescimento com a formação de um anel por ano (Fig. 35).

Figura 34 - Camadas de crescimento em *Machaerium incorruptibile*.



Legenda: **A:** Seção transversal apresentando camadas de crescimento demarcadas pela diminuição da frequência de faixas de parênquima axial (seta preta) em direção ao lenho tardio resultando em uma zona fibrosa distinta (\*), além de faixas de parênquima marginal (seta branca). **B:** Seção transversal da madeira polida apresentando as camadas de crescimento (seta preta), com indicação da direção da medula (seta branca). **C:** Seção transversal polida da madeira apresentando alterações anatômicas (\*).

A datação cruzada dos anéis de crescimento foi realizada com o programa COFECHA. O programa realizou as análises utilizando os seguintes parâmetros diferentes do padrão: tamanho do segmento = 20 anos e espaço das análises a cada 10 anos. Para a datação cruzada foram coletados quarenta raios, quatro de cada árvore, porém sete foram descartados por apresentarem alterações anatômicas que dificultaram a visualização dos anéis de crescimento (Fig. 34C) ou por apresentarem baixa correlação com a série mestra. Os 33 raios utilizados apresentaram intercorrelação significativa de 0,408, demonstrando um sinal comum de crescimento entre essas 10 árvores (Fig. 36/ Tab. 12) e o valor de sensibilidade encontrado foi de 0,487. Através do Programa ARSTAN foi obtida uma cronologia “Standard” de 59 anos (Fig. 37), representada por 33 raios desde 1955 até 2013 (Fig. 38).

Figura 35 – Lesão cambial em *Machaerium incorruptibile*.



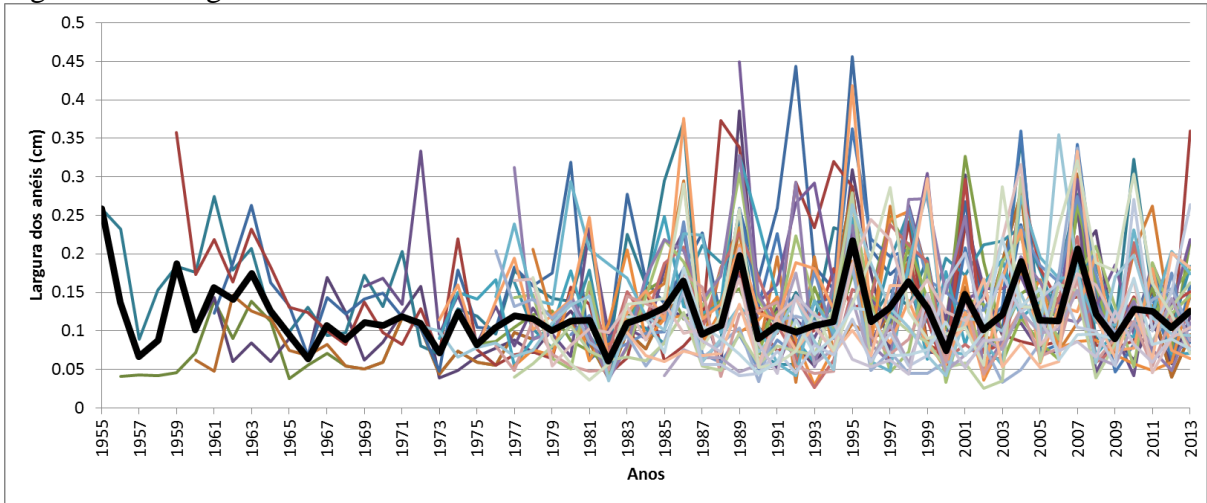
Legenda: **A-B:** Indivíduos perfurados por trado manual em 26 de maio de 2010 e coletados em 11 de março de 2013. **C:** Coleta da Janela de Mariaux. **D:** Formação dos anéis de crescimento após a lesão.

Tabela 12 - Informações sobre a cronologia.

Número de séries	Intercorrelação	Sensibilidade	Extensão da série cronológica	Total de anéis analisados
33	0.408	0.487	1955 - 2013	1.265



Figura 36 - Largura em centímetros dos anéis de crescimento dos 33 raios analisados.



Nota: A linha mais grossa em preto é a média das larguras dos anéis.

Figura 37 - Cronologia de *Machaerium incorruptibile* gerada pelo software ARSTAN.

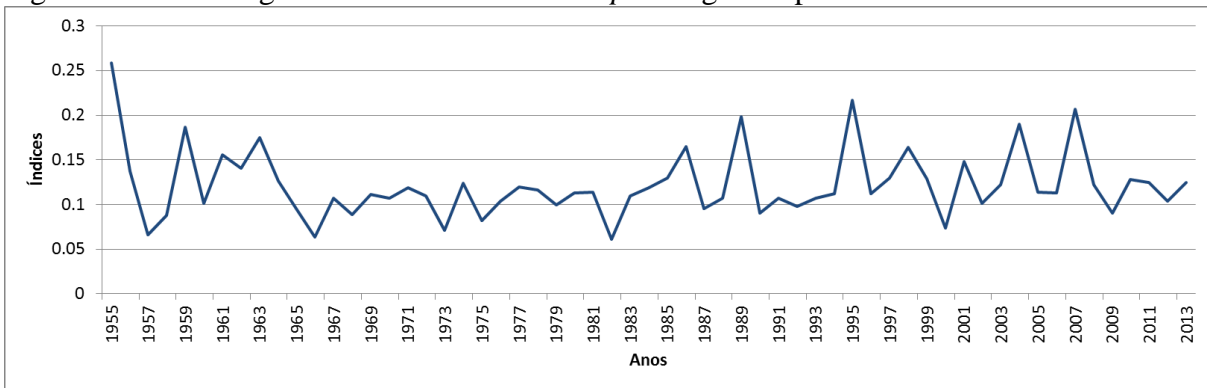
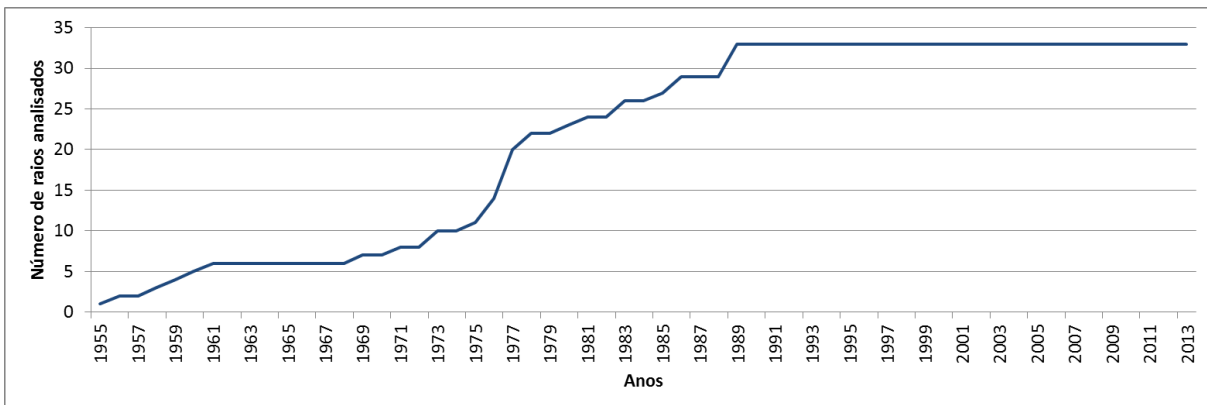
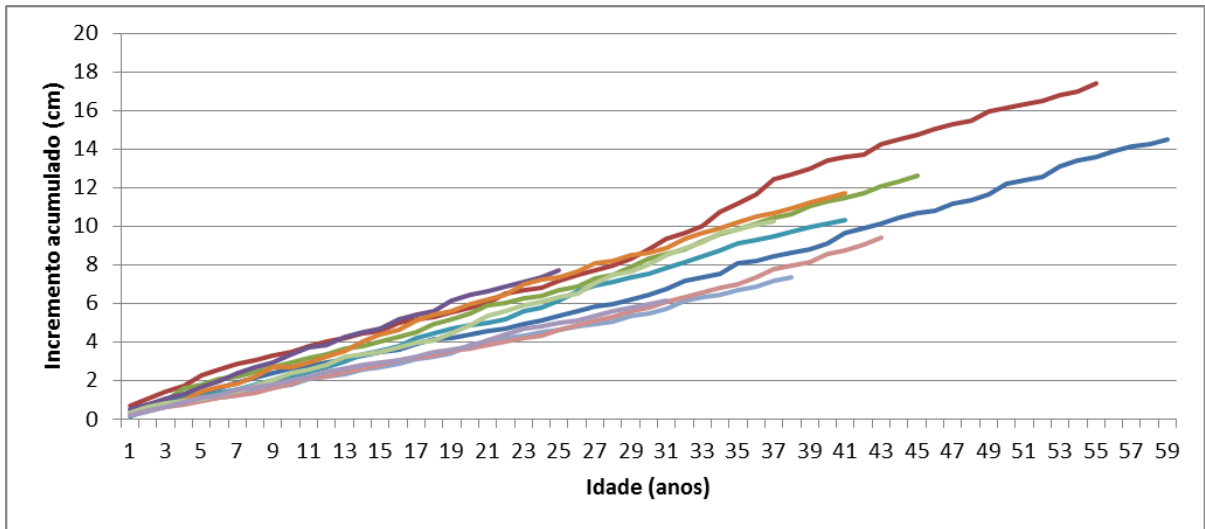


Figura 38 - Número de amostras (raios) utilizadas na formação da cronologia por ano.



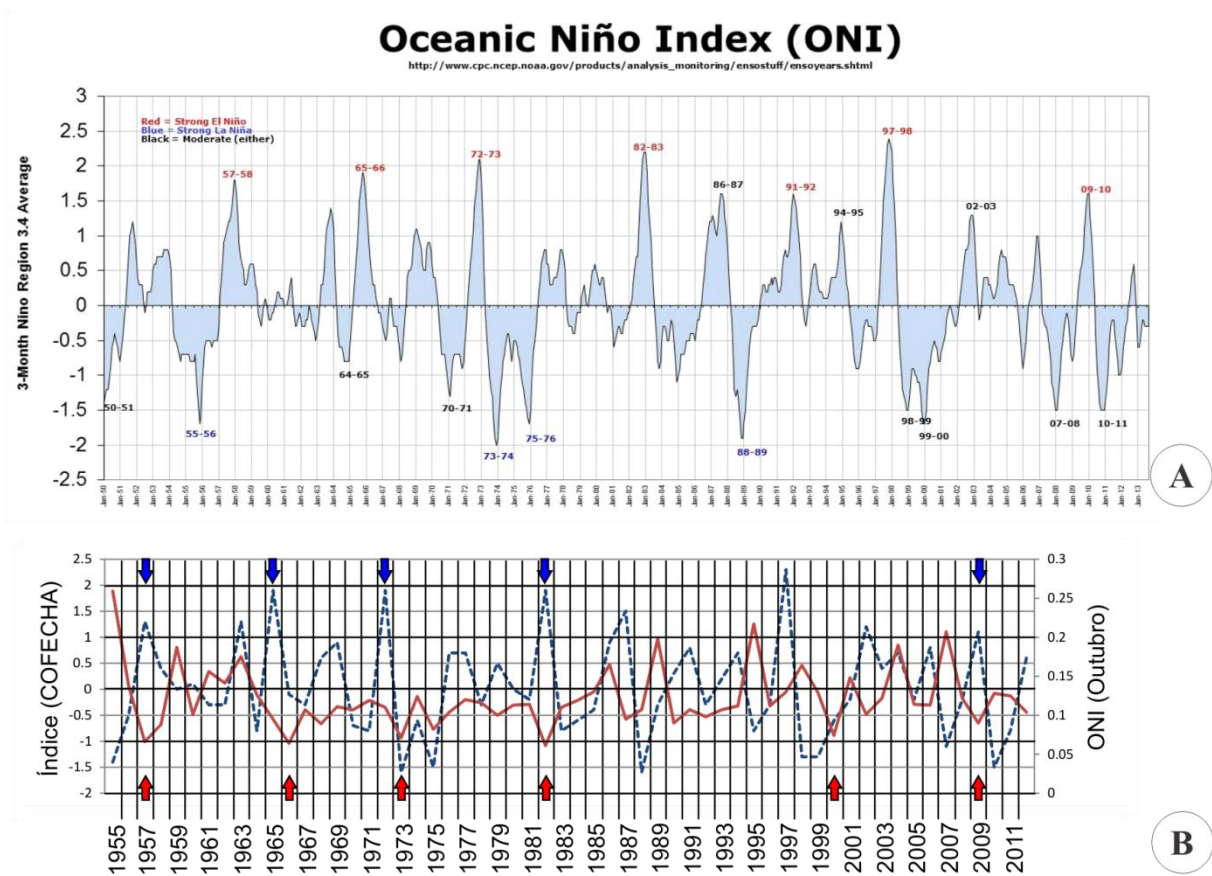
A taxa média de incremento radial foi de 0,26 cm/ano e as espécies apresentaram crescimento linear (Fig. 39).

Figura 39 - Incremento acumulado (cm) da população amostrada em relação à idade dos indivíduos analisados.



Com a cronologia obtida pode-se observar uma sequência de episódios onde houve uma diminuição considerável na largura dos anéis de crescimento de todos os indivíduos, principalmente, nos anos 1957, 1966, 1973, 1982, 2000 e 2009. Essa redução reflete uma baixa taxa de crescimento nesta população e pode estar relacionada aos eventos mais severos do El Niño. O Índice de El Niño Oceânico (ONI) do mês de outubro foi correlacionado negativamente ( $r = -0,26$ ;  $p = 0,04$ ) com a largura dos anéis de crescimento (Fig. 40).

Figura 40 - Índice de El Niño Oceânico (ONI).



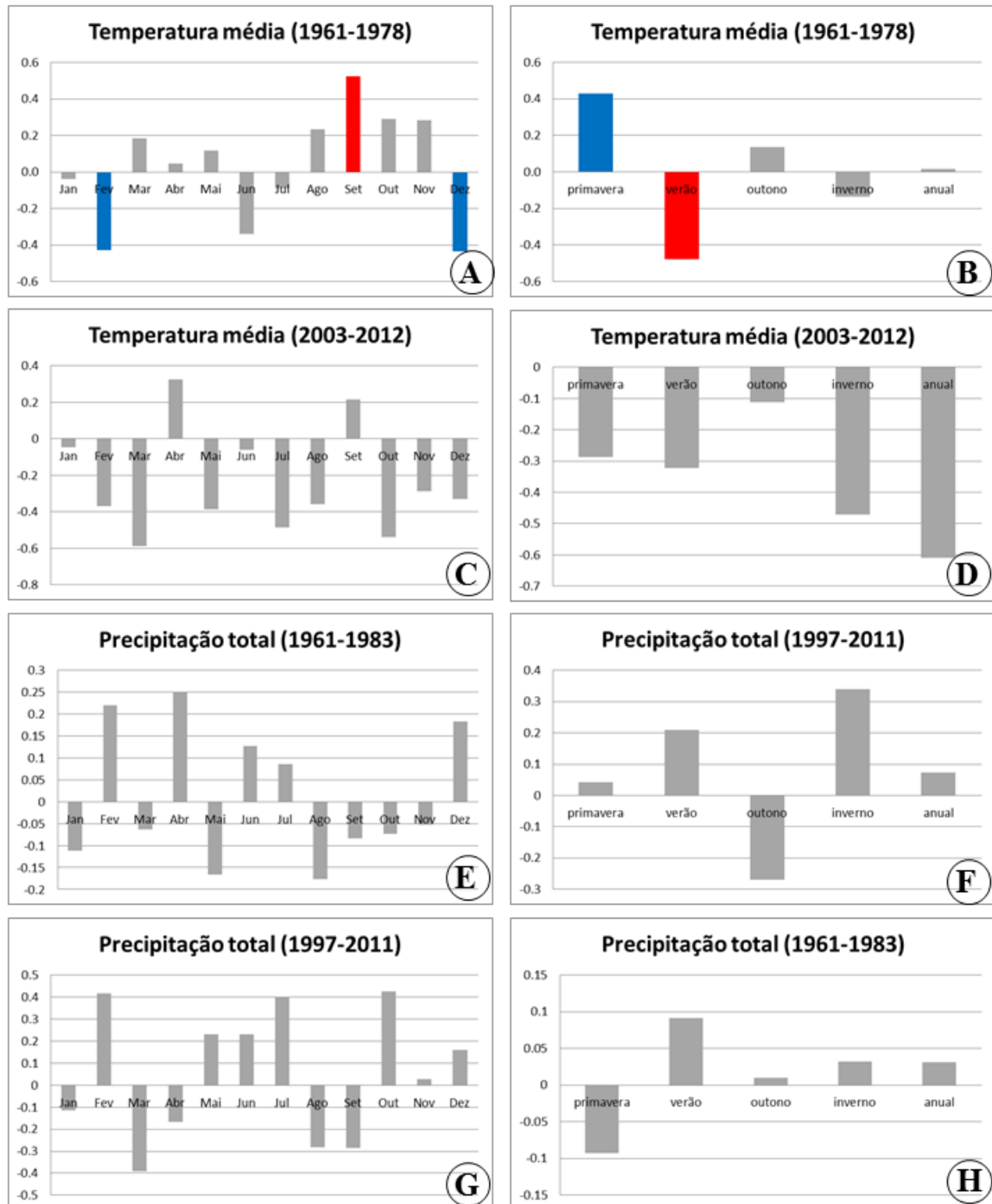
Legenda: **A:** Diagrama evidenciando os eventos moderados e os mais severos de El Niño e La Niña desde 1950, Fonte: NOAA, 2013. **B:** Relação entre a largura dos anéis de *Machaerium incorruptibile* (linha vermelha) e os eventos de El Niño (linha tracejada azul), com detalhe dos anéis de crescimento mais curtos (seta vermelha) e dos eventos mais severos de El Niño (seta azul).

A análise de correlação de Pearson entre a cronologia obtida e os dados climáticos de temperatura e precipitação revelou um coeficiente de correlação significativo para a temperatura entre os anos de 1961 a 1978 (Fig. 41A-B/ Fig. 42). Apesar da baixa representatividade de raios para este período (Fig. 38), a cronologia foi correlacionada positivamente com a temperatura do mês de setembro ( $r = 0,52$ ;  $p = 0,02$ ) e negativamente com a temperatura dos meses de dezembro ( $r = -0,43$ ;  $p = 0,07$ ) e fevereiro ( $r = -0,42$ ;  $p = 0,07$ ). Também foi observada uma correlação positiva com a temperatura média da primavera ( $r = 0,43$ ;  $p = 0,07$ ) e negativa com a temperatura média do verão ( $r = -0,47$ ;  $p = 0,04$ ).

A cronologia e os dados climáticos de temperatura de 2003 a 2012 não apresentaram um coeficiente de correlação significativo (Fig. 41C-D). O mesmo resultado também foi encontrado para a correlação entre a precipitação total mensal, estacional e anual e a

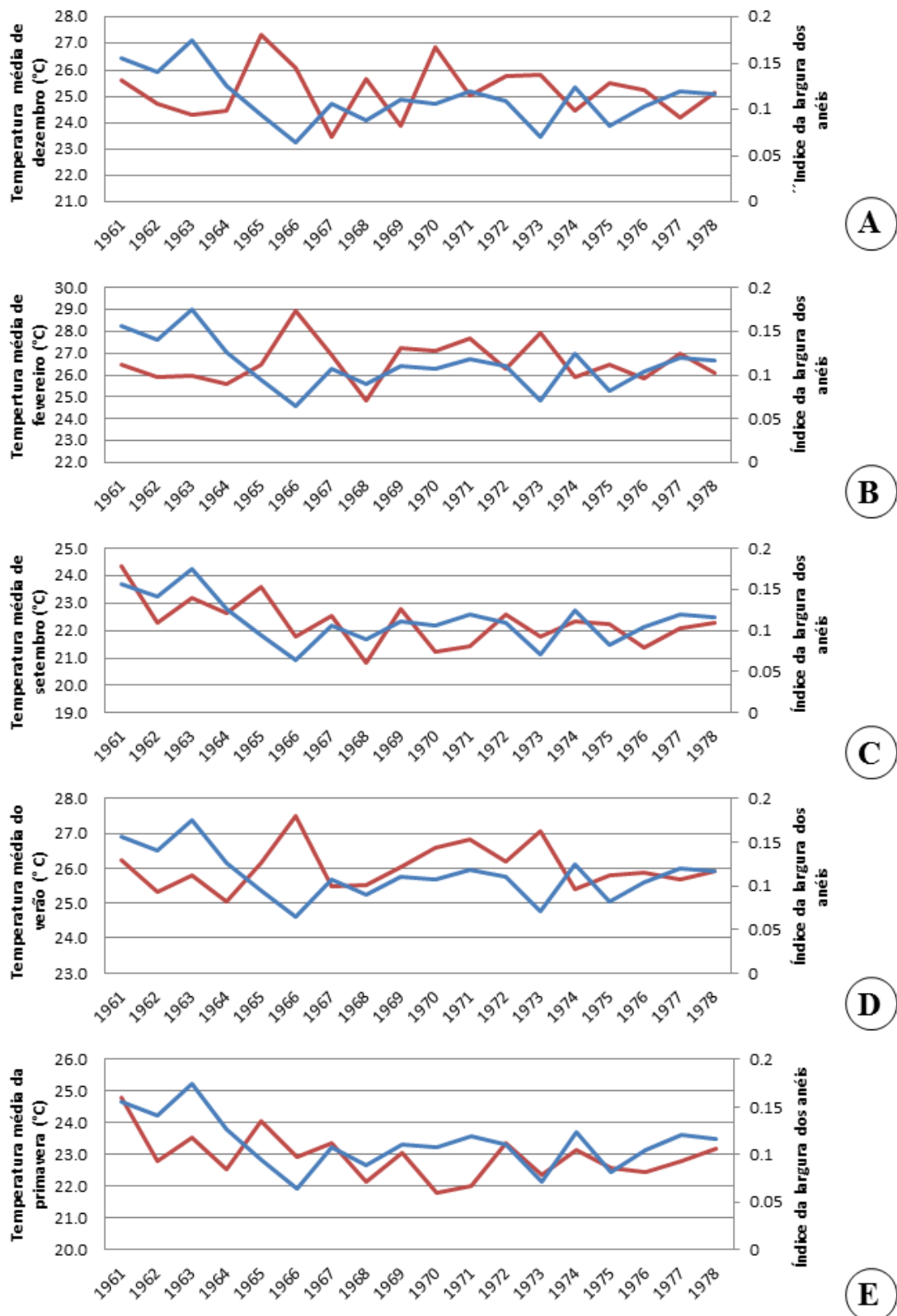
cronologia. A correlação com os dados de precipitação não foi significativa tanto para o período de 1961 a 1983 como para o período de 1997 a 2011 (Fig. 41E-H).

Figura 41 - Coeficiente de correlação entre a correlação dos anéis de crescimento e os dados climáticos.



Legenda: **A-B**: Correlação da temperatura média mensal, estacional e anual de 1961 a 1978 com a série dos índices de largura dos anéis de crescimento. **C-D**: Correlação da temperatura média mensal, estacional e anual de 2003 a 2012. **E-F**: Correlação da precipitação total mensal, estacional e anual de 1961 a 1983 com a série dos índices de largura dos anéis de crescimento com a série dos índices de largura dos anéis de crescimento. **G-H**: Correlação da precipitação total mensal, estacional e anual de 1997 a 2011. Barras vermelhas =  $p < 0,05$ ; barras azuis =  $p < 0,08$ ; barras cinzas =  $p > 0,08$ .

Figura 42 - Correlação entre os anéis de crescimento e os dados climáticos de temperatura de 1961 a 1978.



Legenda: Linha azul= largura dos anéis de crescimento, linha vermelha= temperatura. **A:** Temperatura média de dezembro (°C). **B:** Temperatura média de fevereiro (°C). **C:** Temperatura média de setembro (°C). **D:** Temperatura média do verão (°C). **E:** Temperatura média da primavera (°C).

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Anatomia da madeira

As espécies analisadas apresentaram características anatômicas usualmente descritas para a família Leguminosae como vasos curtos com placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas e ornamentadas, pontoações raio-vasculares e parênquima-vasculares semelhantes às intervasculares, fibras libriformes e raios compostos por células procumbentes (METCALFE & CHALK, 1950; BARETTA-KUIPERS, 1981). Para a subfamília Papilionoideae, como a presença de parênquima axial estratificado e cristais prismáticos em células subdivididas de parênquima axial (METCALFE & CHALK, 1950; GASSON, 2000). E também para a tribo Dalbergieae, como as gradações entre os diferentes tipos de parênquima axial (GASSON, 2000).

Algumas características foram importantes na identificação de *Machaerium hirtum*, como a presença de faixas de parênquima não lignificado, fibras de paredes delgadas e raios irregularmente estratificados. A espessura da parede da fibra não é tratada como um bom caráter diagnóstico porque pode possuir alguma relação com as condições ambientais (GASSON *et al.* 2003). No entanto, foi um dos caracteres mais significativos na identificação de *Machaerium hirtum* e têm sido utilizada como um caráter de valor diagnóstico em outros grupos como demonstrado por Uetimane Junior *et al.* (2009), Pernía & Melandri (2006), Melandri & Pernía (2009) respectivamente em *Sterculia* (Malvaceae), em alguns gêneros da tribo Caesalpinieae (Leguminosae) e na tribo Detarieae (Caesalpinioideae - Leguminosae).

As faixas de parênquima não-lignificado são restritas a poucas taxa como em algumas espécies das famílias Tiliaceae, Urticaceae, Cactaceae, Crassulaceae e Caryophyllaceae (METCALFE & CHALK, 1950; SOFFIATTI & ANGYALOSSY, 2005; 2009). Estas faixas também podem ocorrer em Leguminosae sendo restritas ao hábito lianescente (ANGYALOSSY *et al.*, 2012), o que faz deste caráter um dado anatômico de alto valor diagnóstico para espécies arbóreas em Leguminosae, como encontrado em *M. hirtum*.

Os raios irregularmente estratificados não são comuns a subfamília Papilionoideae, que é caracterizada pela estratificação de todos os elementos celulares do lenho (METCALFE & CHALK, 1950; GASSON, 2000). *M. hirtum* foi a única espécie que apresentou esta característica dentre todas as espécies analisadas, evidenciando o potencial deste caráter para a sua diagnose.

As demais espécies foram individualizadas por caracteres quantitativos, porém, dois grupos distintos foram formados de acordo com o diâmetro tangencial e a frequência dos vasos. O diâmetro e frequência dos vasos têm sido utilizados na diagnose de outras espécies de Papilionoideae, como *Pterocarpus* (MACLACHLAN & GASSON, 2010). Espécies de um mesmo gênero podem ser anatomicamente muito semelhantes quando avaliadas qualitativamente, dessa forma, a utilização de caracteres quantitativos pode ser uma alternativa para a identificação das espécies (MACLACHLAN & GASSON, 2010).

As espécies analisadas não se agruparam de acordo com suas seções, com isso a anatomia da madeira não corroborou as seções tradicionais descritas para o gênero por Bentham (1860, 1862) e Taubert (1894). Outros autores também demonstraram inconsistências nas seções infragenéricas de *Machaerium*. Rudd (1987) propõe a fusão das seções *Acutifolia* e *Reticulata*, com base na utilização dos caracteres tradicionalmente usados na delimitação das seções. Mendonça Filho (2002) sugere a criação de mais uma seção para comportar as espécies que não se enquadram nas seções existentes, utilizando características da plúmula das plântulas em suas análises. Ribeiro *et al.* (2007) e Filardi (2011) a partir de análises moleculares demonstraram que com exceção de *Lineata* as demais seções infragenéricas em *Machaerium* são inconsistentes, isto também é sustentado pelos caracteres anatômicos do lenho.

A inconsistência das seções é evidenciada, por exemplo, na relação entre *M. scleroxylon* (seção *Oblonga*) e *M. leucopterum* (seção *Reticulata*). As duas espécies referidas possuem muitas semelhanças anatômicas e estas semelhanças permitiram o agrupamento destas espécies em todas as análises realizadas neste estudo. Essa relação entre *M. scleroxylon* e *M. leucopterum* também foi observada por Filardi (2011), onde a autora destaca que apesar de pertencerem a seções diferentes, estas duas espécies formam um único clado em sua árvore filogenética.

Ribeiro *et al.* (2007) utilizaram dois representantes da seção *Lineata* em conjunto com outras espécies de outras seções de *Machaerium*. Os autores verificaram que a seção *Lineata* é monofilética, em contraste com o restante das seções infragenéricas tradicionais, que apresentam baixa correspondência com os grupos filogenéticos. Posteriormente, Filardi (2011) em sua análise filogenética utilizou oito espécies da seção *Lineata* e trinta e sete espécies pertencentes as quatro seções infragenéricas restantes. A autora verificou que a classificação infragenérica de *Machaerium* era inconsistente e que *Lineata* era a única seção natural, corroborando os resultados obtidos por Ribeiro *et al.* (2007).

A seção *Lineata* é formada predominantemente por espécies de hábito lianescente. Das 17 espécies de *Machaerium* seção *Lineata* listadas por Mendonça Filho (2002) e ocorrentes no Brasil, somente três (*M. hirtum*, *M. biovulatum* e *M. eriocarpum*) são exclusivamente arbóreas (FILARDI *et al.*, 2013). Em *Machaerium*, o hábito arbóreo possui características anatômicas distintas do hábito lianescente, mesmo quando comparadas entre indivíduos da mesma espécie (DIAS-LEME, 2000). Porém, uma das características anatômicas observadas tanto em lianas deste gênero quanto na espécie arbórea *M. hirtum* é a presença de parênquima não-lignificado (ANGYALOSSY *et al.*, 2012). Portanto, o presente estudo sugere que as faixas de parênquima não lignificado, que foram importantes para a distinção da seção *Lineata* neste estudo, também possam ser diagnósticas para outras espécies da mesma seção, inclusive espécies de hábito lianescente. Ademais, trabalhos anatômicos envolvendo outras espécies de *Lineata* são necessários para confirmar essa hipótese.

#### 4.2 Arquitetura das pontoações intervasculares ornamentadas

Os elementos de vaso das espécies analisadas apresentaram as características descritas para a família Leguminosae como placas de perfuração simples e presença de pontoações intervasculares alternas e ornamentadas (METCALFE & CHALK, 1950; BARETTA-KUIPERS, 1981). A maior parte das amostras apresentou pontoações pequenas, de acordo com o padrão descrito para a família Leguminosae (METCALFE & CHALK, 1950; BARETTA-KUIPERS, 1981). No entanto, o tamanho das pontoações apresentou variação em espécies de ampla distribuição (*M. villosum*, *M. acutifolium*, *M. hirtum*). Não foi encontrada uma relação entre o tamanho das pontoações e o ambiente de coleta, o que fica evidente nas amostras de *M. hirtum*. Schmitz *et al.* (2007), avaliando as pontoações intervasculares em duas espécies de mangue, também não encontraram tendências ecológicas para o tamanho da pontoação, demonstrando a ausência de variação fenotípica para este caráter. Portanto, o tamanho da pontoação parece ser um caráter inerente ao indivíduo, não sendo considerado de alto valor diagnóstico para determinar espécies em *Machaerium*.

As espécies apresentaram diferenças no padrão de ornamentação de suas pontoações. Inicialmente, estas ornamentações foram descritas de acordo com a classificação de Ohtani & Ishida (1976) e de Van Vliet (1978), entretanto, foi difícil utilizar estas classificações em *Machaerium* devido a subjetividade dos tipos propostos por Ohtani & Ishida (1976) e também porque a classificação proposta por Van Vliet (1978) não contempla as diferenças encontradas



nas ornamentações da abertura da pontoação. Posteriormente, foram utilizadas as classificações de Nair & Mohan Ram (1989) e de Ohtani & Fukazawa (1988), porém, também foi difícil utilizar estas classificações em *Machaerium* porque a classificação proposta pelos referidos autores não se adaptou ao tipo de material encontrado neste trabalho. Portanto, o presente estudo propõe uma nova classificação com base nas diferenças morfológicas encontradas entre as espécies analisadas de *Machaerium*.

As espécies estudadas apresentaram diferenças na distribuição das ornamentações na câmara da pontoação. Estas diferenças permitiram classificar a câmara nos tipos C1 e C2. Jansen *et al.* (2008) observou uma relação entre o tamanho da pontoação e a distribuição das ornamentações na câmara. Segundo os autores, pontoações menores geralmente possuem ornamentações em toda a câmara, enquanto pontoações maiores somente ao redor do canal. Essa relação não foi encontrada no presente estudo, com isso fica evidente que em *Machaerium* a distribuição das ornamentações na câmara da pontoação não está relacionada ao tamanho da pontoação. Este resultado sugere que a distribuição das ornamentações na câmara da pontoação é um carácter morfológico das espécies, sendo diagnóstico para espécies do gênero *Machaerium*.

A diferença na projeção das ornamentações em direção ao lúmen do elemento de vaso permitiu classificar a abertura da pontoação nos tipos A1 e A2. A projeção da ornamentação foi o carácter de maior valor diagnóstico para a separação das espécies, mesmo quando combinado a outros caracteres anatômicos do lenho. Ohtani e Fukazawa (1988) e Nair e Mohan Ram (1989) também utilizaram em sua classificação informações da ramificação das ornamentações na abertura da pontoação, evidenciando o valor diagnóstico deste carácter para espécies de várias famílias, incluindo a família Leguminosae.

A abertura da pontoação coalescente, encontrada em todas as espécies, também foi descrita para algumas espécies das famílias Myrtaceae e Vochysiaceae (JANSEN *et al.*, 2008). A abertura coalescente pode ser interpretada como sulcos na superfície da parede celular (JANSEN *et al.*, 2008) e a associação das ornamentações com estes sulcos confirmam que as ornamentações são formadas principalmente em irregularidades da parede celular durante a fase final da diferenciação do elemento de vaso (SCUFIELD & SILVA, 1970; OHTANI & ISHIDA, 1976; JANSEN *et al.*, 2008).

A diversidade morfológica encontrada nas pontoações de *Machaerium* correspondeu aos estudos filogenéticos envolvendo o gênero, quando este carácter foi combinado a outros dados anatômicos do lenho. Quando utilizado de forma isolada, este carácter não correspondeu

aos estudos filogenéticos em *Machaerium*, portanto, o uso das ornamentações em análises filogenéticas e taxonômicas deve ser feito com cautela.

#### 4.3 Dendrocronologia

A espécie *Machaerium incorruptibile* apresenta ritmo de crescimento anual como observado pelo método de marcação cambial. Os anéis de crescimento são demarcados por faixas de parênquima marginal como relatado por Mello (1972). Este tipo de marcador é comum em espécies de Leguminosae e classificado como Tipo 2 por Worbes (2004). Além do parênquima marginal, os anéis de crescimento também foram demarcados pela redução na frequência de faixas de parênquima axial em direção ao lenho tardio, resultando em uma zona fibrosa distinta. Este tipo de marcador é classificado por Worbes (2004) como Tipo 3, sendo encontrado em Euphorbiaceae, Moraceae, Sapotaceae, Bignoniaceae e muitos outros grupos taxonômicos.

As faixas de parênquima axial e as zonas fibrosas facilitaram a visualização macroscópica dos anéis. Porém, em algumas amostras havia a aproximação entre duas ou mais sequências de faixas de parênquima axial, reduzindo o tamanho da zona fibrosa e dificultando a delimitação dos anéis. Worbes (2004) considerou este tipo de marcador como o mais complexo e mal interpretado quando comparado aos outros tipos.

As taxas de incremento radial observadas para *Machaerium incorruptibile* demonstraram o crescimento lento desta espécie, principalmente quando comparada a *Machaerium scleroxylon* em florestas da Bolívia, que possui taxa de incremento anual de 0,83 cm/ ano (PAREDES-VILLANUEVA *et. al.*, 2013). Comparando os resultados obtidos no presente estudo com os dados climáticos locais (INMET, 2013), percebeu-se uma sensibilidade da população ao clima mensal e estacional. A correlação entre os indivíduos estudados e a temperatura demonstrou uma correlação positiva significativa com a primavera e negativa com o verão. Paredes-Villanueva *et. al.* (2013), estudando os anéis de crescimento de *Machaerium scleroxylon*, encontraram uma correlação positiva significativa com a precipitação e negativa com a temperatura de dezembro a março.

Em *Machaerium incorruptibile* não foi encontrada correlação positiva significativa com a precipitação da estação chuvosa como encontrada em várias espécies tropicais (p. ex. ENQUIST & LEFFER 2001; BRIENEN & ZUIDEMA, 2005; SCHÖNGART *et al.*, 2006; LISI *et al.*, 2008; SOLIZ-GAMBOA *et al.*, 2011; BRANDES *et al.*, 2011) provavelmente

porque as altas temperaturas ocorrentes durante o verão limitam o crescimento desta espécie, porém, estudos anatômicos da faixa cambial serão necessários para confirmar essa hipótese.

A temperatura dos meses de dezembro e fevereiro (verão) e a largura dos anéis de crescimento apresentaram correlação negativa significativa, como encontrado também por Paredes-Villanueva *et al.* (2013) para *Machaerium scleroxylon*. Os autores referem que temperaturas acima da média, como as temperaturas do verão, podem aumentar a deficiência hídrica, reduzindo o crescimento das árvores. Esta explicação também é coerente com os resultados obtidos para *Machaerium incorruptibile*, visto que a variação nas taxas de incremento demonstrou que as espécies mais expostas à radiação solar crescem menos que as mais sombreadas.

Em setembro (primavera), foi observada uma correlação positiva entre a largura dos anéis de crescimento e a temperatura mensal. Essa correlação ocorre porque nesta época do ano há um aumento nas taxas de precipitação e uma elevação na temperatura média após o inverno. O aumento da disponibilidade hídrica aliado a temperaturas mais amenas provavelmente influenciou nas taxas normais de transpiração e fotossíntese. Outros estudos utilizando espécies tropicais e subtropicais também demonstraram correlação entre o crescimento das árvores e a temperatura durante a primavera. Zanon & Finger (2010) estudando indivíduos masculinos e femininos de *Araucaria angustifolia* no Rio Grande do Sul perceberam que o início do crescimento anual começava em setembro, com a elevação da temperatura após o período de inverno.

A largura dos anéis de crescimento apresentou redução principalmente nos anos de 1957, 1966, 1973, 1982, 2000 e 2009. Com exceção do ano de 2000, os outros anos foram caracterizados pelos eventos mais severos do El Niño (NOAA, 2013). O El Niño é um fenômeno climático causado pelo aquecimento das águas do oceano Pacífico (CAVIEDES, 2001). Esse evento provoca a transferência de uma maior quantidade de umidade para atmosfera causando alterações climáticas em diversos lugares do mundo como, por exemplo, o aumento da temperatura no sudeste do Brasil (SARACHIK & CANE, 2010).

A correlação negativa encontrada entre altas temperaturas e a largura dos anéis de crescimento em *Machaerium incorruptibile*, bem como uma considerável redução nos anéis desta espécie nos anos onde o El Niño foi mais severo, sugerem que o aumento de temperatura causado pelo El Niño no sudeste do Brasil tem influenciado negativamente no crescimento da espécie. A influência do El Niño no crescimento das espécies arbóreas da América do Sul também foi relatada por Callado e Guimarães (2010) em indivíduos de

*Schizolobium parahyba* na Mata Atlântica, por Caum (2012) em indivíduos de *Cordia trichotoma* na Mata Atlântica, por Lobão (2011) em indivíduos de *Cedrela* sp. e *Schizolobium parahyba* na Floresta Amazônica, por Schöngart *et al.* (2004) em indivíduos de *Piranhea trifoliata* na Floresta Amazônica e Paredes-Villanueva *et al.* (2013) em *Machaerium scleroxylon* em floresta semidecídua da Bolívia.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que a anatomia do lenho revelou caracteres diagnósticos para a segregação das espécies. Estes caracteres foram observados tanto sob microscopia óptica quanto eletrônica de varredura. Os caracteres anatômicos mais relevantes segundo a microscopia óptica foram a espessura da parede da fibra, os raios irregularmente estratificados e a presença de faixas de parênquima não lignificado para a identificação de *Machaerium hirtum* das outras dez espécies. As dez espécies restantes foram divididas em dois grupos de acordo com o diâmetro e frequência dos vasos, e os grupos formados não corresponderam as seções infragenéricas tradicionais. Este resultado está de acordo com estudos filogenéticos envolvendo o gênero, que demonstram que, com exceção de *Lineata*, as outras seções infragenéricas em *Machaerium* não são naturais.

A microscopia eletrônica de varredura também revelou caracteres importantes na identificação das espécies. Todas as espécies analisadas apresentaram pontoações intervasculares alternas e ornamentadas e a morfologia das ornamentações apresentou variação entre as espécies, dividindo as espécies em dois grupos de acordo com a projeção das ornamentações na abertura da pontoação e a distribuição das ornamentações na câmara da pontoação. Estas diferenças contribuíram para uma melhor identificação das espécies principalmente quando os caracteres das ornamentações foram combinados a outros caracteres anatômicos do lenho.

Os estudos dendrocronológicos envolvendo *Machaerium incorruptibile* demonstraram que a espécie possui periodicidade anual de crescimento. As taxas de incremento revelou que a espécie possui crescimento lento quando comparada a outra espécie do mesmo gênero e os indivíduos de *Machaerium incorruptibile* localizados em área mais sombreada cresceram mais que os indivíduos mais expostos à radiação solar. A análise da largura dos anéis de crescimento permitiu a elaboração de uma cronologia de 59 anos e a correlação com os dados climáticos mostrou que a espécie é sensível à variação de temperatura, sendo correlacionada positivamente com a temperatura da primavera (setembro) e negativamente com a temperatura do verão (dezembro e fevereiro). Também foi encontrada correlação entre os anéis de crescimento e os eventos mais severos de El Niño.

## REFERÊNCIAS

- ANGYALOSSY, V.; ANGELES, G.; PACE, M. R.; LIMA, A. C.; DIAS-LEME, C. L.; LOHMANN, L. G.; MADERO-VEGAB, C. An overview of the anatomy, development and evolution of the vascular system of lianas. *Plant Ecology & Diversity*, v. 5, p. 167–182, 2012.
- APPELHANS, M. S.; HEUVEN, B. J. V.; LENS, F.; BAAS, P. Phylogenetic and Ecological Signals in the Wood of Spathelioideae (Rutaceae). *IAWA Journal*, v. 33, p. 337-353, 2012.
- ARGOLLO, M.; SOLIZ, C.; VILLALBA, R. Potencialidad dendrocronológica de *Polylepis tarapacana* en los Andes Centrales de Bolivia. *Ecología en Bolivia*, v. 39, p. 5-24, 2004.
- BARETTA-KUIPERS, T. Wood Anatomy of Leguminosae: its Relevance to Taxonomy. In: POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H. (Eds.). *Advances in Legume Systematics*. Royal Botanic Gardens, Kew, 2, p. 677-706, 1981.
- BAAS, P.; WHEELER, E. A.; CHASE, M. W. Dicotyledonous wood anatomy and the APG system of angiosperm classification. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 134, p. 3-17, 2000.
- BASTOS, M. N. C. Contribuição para o estudo sistemático de algumas espécies do gênero *Machaerium* Persoon (Leguminosae-Papilionoideae) ocorrentes na Amazônia brasileira. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica*, Belém, v. 3, p. 183-278, 1987.
- BENTHAM, G. A synopsis of the Dalbergieae, a tribe of Leguminosae. *Journal of the Proceedings the Linnean Society*, v. 4, p. 1-134, 1860.
- BENTHAM, G. Papilionaceae. In: MARTIUS, C. F. P. (Eds.). *Flora Brasiliensis*, v. 15, p. 232-259, 1862.
- BONINSEGNA, J. A.; ARGOLLO, J.; ARAVENA, J. C.; BARICHIVICH, J.; CHRISTIE, D.; FERRERO, M. E.; LARA, A.; LE QUESNE, C.; LUCKMAN, B. H.; MASIOKAS, M.; MORALES, M.; OLIVEIRA, J. M.; ROIG, F.; SRUR, A.; VILLALBA, R. Dendroclimatological reconstructions in South America: A review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 281, p. 210–228, 2009.
- BRANDES, A. F. N.; LISI, C. S.; BARROS, C. F. Dendrochronology of lianas of the Leguminosae family from the Atlantic Forest, Brazil. *Trees*, v. 25, p. 133-144, 2011.
- BRAZIER, J. D. The contribution of wood anatomy to taxonomy. *Proceedings the Linnean Society of London*, v. 179, p. 271-274, 1968.
- BRIENEN, R. J. W.; ZUIDEMA, P. A. Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis. *Oecologia*, v. 146, p. 1–12, 2005.
- BUKATSCH, F. Bemerkungen zur doppelfärbung astrablau-safranin. *Mikrokosmos*, v. 61, p. 33-36, 1972.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. Anatomia da Madeira. Nobel, São Paulo, 1991.

CALLADO, H. C.; GUIMARÃES, R. C. Estudo dos anéis de crescimento de *Schizolobium parahyba* (Leguminosae: Caesalpinioideae) após episódio de mortalidade em Ilha Grande, Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Botânica, v. 33, p. 85-91, 2010.

CALLADO, C. H.; NETO, S. J. S.; SCARANO, F. R.; BARROS, C. F.; COSTA, C. G. Anatomical Features of Growth Rings in Flood-Prone Trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil. IAWA Journal, v. 22, p. 29-42, 2001.

CARLQUIST, S. Comparative wood anatomy: Systematic, Ecological and Evolutionary Aspects of Dicotyledon Wood. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo, p. 5-6, 1988.

CAUM, C. Anatomia comparada da madeira de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. Ex Steud. (Boraginaceae) proveniente de sementes de duas procedências e análise dos anéis de crescimento. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 89 f., 2012.

CAVIEDES, C. N. El Niño in History: Storming Through the Ages. University Press of Florida, Florida, 2001.

CHOWDHURY, M. Q.; SCHMITZ, N.; VERHEYDEN, A.; SASS-KLAASSEN, U.; KOEDAM, N.; BEECKMAN, H. Nature and periodicity of growth rings in two Bangladeshi mangrove species. IAWA Journal, v. 29, p. 265–276, 2008.

COIMBRA FILHO, A. F. Contribuição ao estudo dos jacarandás do gênero *Machaerium*. Anuário Brasileiro de Economia Florestal, v. 3, p. 345-352, 1950.

CORADIN, V. T. R. A Anatomia da Madeira como Instrumento de Identificação Botânica: A Experiência do IBAMA. In. JARDIM, M. A. G.; BASTOS, M. N. C.; SANTOS, J. U. M. (Eds.). Desafios da Botânica Brasileira no Novo Milênio: Inventário, Sistematização e Conservação da Diversidade Vegetal. 54º Congresso Nacional de Botânica e 3º Reunião Amazônica, Belém, Pará, p. 296, 2003.

COSTER, C. Zur Anatomie und Physiologie der Zuwachszonen und Jahresbildung in den Tropen. Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg, v. 37, p.49–160, 1927.

CRONSHAW, J. The Formation of the Wart Structure in Tracheids of *Pinus radiata*. Protoplasma, v. 60, p. 233-242, 1965.

DERGACHEV, V. A.; VASILIEV, S. S.; SEMENTSOV, A. A., ZAITSEVA, G. I.; CHUGUNOV, K. A.; SLJUSARENKO, I. J. Dendrochronology and Radiocarbon Dating Methods in Archaeological Studies of Scythian Sites. Radiocarbon, v. 43, p. 417-424, 2001.

DIAS-LEME, C. L. Árvores e lianas de Leguminosae-Papilionoideae: anatomia do caule. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 334 f., 2000.

- DICKSON, W. C. The Bases of Angiosperm Phylogeny: Vegetative Anatomy. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 62, p. 590-620, 1975.
- DICKSON, W. C. Integrative plant anatomy. San Diego: Academic Press, p. 206-236, 2000.
- DONALDSON, L. A.; SINGH, A. P. Ultrastructure of *Terminalia* wood from an ancient Polynesian canoe. *IAWA Journal*, v. 11, p. 195-202, 1990.
- DOYLE, J. J.; CHAPPILL, J. A.; BAILEY, C. D.; KAJITA, T. Towards a comprehensive phylogeny of legumes: evidence from rbcL sequences and non-molecular data. In: HERENDEEN, P. S.; BRUNEAU, A. (Eds.). *Advances in Legume Systematics*, Royal Botanic Gardens, Kew, v.9, p. 1-20, 2000.
- DOYLE, J. J.; LUCKOW, M. A. The rest of the iceberg. Legume diversity and evolution in a phylogenetic context. *Plant Physiology*, v.131, p. 900-910, 2003.
- DUCKE, A. As leguminosas da Amazônia brasileira. *Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Norte*, v. 18, p. 4-248, 1949.
- ENQUIST, B. J.; LEFFLER, A. J. Long-term tree ring chronologies from sympatric tropical dry-forest trees: individualistic responses to climatic variation. *Journal of Tropical Ecology*, v. 17, p. 41-60, 2001.
- ESTEBAN, L. G.; PALACIOS, P. DE.; GARCÍA FERNÁNDEZ, F.; MARTÍN, J. A. Wood anatomical relationships within *Abies* spp. from the Mediterranean area: a phyletic approach. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, v. 18, p. 213-225, 2009.
- FERREL, G. T. Growth of white firs defoliated by Modoc budworm in northeastern California. Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Berkely, California, 1980.
- FICHTLER, E.; TROUET, V.; BEECKMAN, H.; COPPIN, P.; WORBES, M. Climatic signals in tree rings of *Burkea Africana* and *Pterocarpus angolensis* from semiarid forests in Namibia. *Trees*, v. 18, p. 442-451, 2004.
- FILARDI, F. L. R. Avanços na sistemática de *Machaerium* Pers. (Leguminosae Papilionoideae Dalbergieae): filogenia e revisão taxonômica das espécies do Domínio Atlântico. Tese (Doutorado em Botânica), Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 386 f., 2011.
- FILARDI, F. L. R. *Machaerium* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB023055>>. Acesso em 05 nov. 2012.
- FILARDI, F. L. R.; LIMA, H. C.; KLITGAARD, B. B.; SARTORI, A. L. B. Taxonomy and nomenclature of the neotropical *Machaerium hirtum* complex (Leguminosae, Papilionoideae). *Brittonia*, v. 65, p. 154-170, 2013.
- FRITTS, H. C.; SWETNAM, T. W. Dendroecology: a tool for evaluating variations in past and present forest environments. In: BEGON, M.; FITTER, A. H.; FORD, E. D.;



MACFADYEN, A. (Eds.). *Advances in Ecological Research*. Academic Press, New York, v. 19, p. 111-188, 1989.

GASSON, P. Does wood anatomy support tribal and generic classification in Papilionoid Leguminosae? In: HERENDEEN, P.S., BRUNEAU, A. (Eds.). *Advances in Legume Systematics*. Royal Botanic Gardens, Kew, v. 9, p. 201-215, 2000.

GASSON, P.; TRAFFORD, C; MATTHEWS, B. Wood anatomy of Caesalpinioideae. In: KLITGAARD, B. B.; BRUNEAU, A. (Eds.). *Advances in Legume Systematics*. Royal Botanic Gardens, Kew, v. 10, p. 63-93, 2003.

GIARDINO, J. R.; SHRODER, J. F. J.; LAWSON, M. P. Tree-ring analysis of movement of a rock-glacier complex on Mount Mestas, Colorado, U.S.A. *Arctic and Alpine Research*, v. 16, p. 299-309, 1984.

GUIMARÃES, E. F.; MAUTONE, L.; RIZZINI, C. T.; MATTOS FILHO, A. *Árvores do Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Ed. Lidado, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, 1993.

HERENDEEN, P. S.; BRUNEAU, A.; LEWIS, G. P. Phylogenetic relationships in caesalpinoid legumes: a preliminary analysis based on morphological and molecular data. In: KLITGAARD, B. B.; BRUNEAU, A. (Eds.). *Advances in Legume Systematics*. Royal Botanic Gardens, Kew, v.10. p. 37-62, 2003.

HOEHNE, C. F. Leguminosas - Papilionadas: Gêneros *Machaerium* e *Paramachaerium*. *Flora Brasilia*, v. 25, p. 100, 1941.

HOLMES, R. L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measuring. *Tree-Ring Bulletin*, v. 43, p. 69-78, 1983.

HOLMES, R. L.; ADAMS, R. K.; FRITTS, H. C. Quality control of crossdating and measuring: a user's manual for program COFECHA. In: HOLMES, R. L.; ADAMS, R. K.; FRITTS, H. C. (Eds.). *Tree-ring chronologies of Western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin*. Tucson: Arizona University, p. 15-35, 1986.

HONG, L. T. KILLMANN, W. Some aspects of parenchymatous tissues in palm stems. In : ROJO, J. P.; ADAY, J. U.; BARILE, E. R.; ARARAL, R. K.; AMERICA, W. M. (Eds.). *Proc. 2nd Pacific Regional Wood Anatomy Conference*, p. 449-455, 1992.

IAWA COMMITTEE. IAWA list of microscopic feature for hardwood identification. *IAWA Journal*, v. 10, p. 219-332, 1989.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) – Estação Meteorológica do Rio de Janeiro/ RJ, Rede de Dados. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 06 out. 2013.

JANE, F. W. *The structure of wood*. Adam e Black, Londres, 1956.

JANSEN, S.; SMETS, E.; BAAS, P. Vestures in woody plants: a review. *IAWA Journal*, v. 19, p. 347-382, 1998 A.

JANSEN, S.; KITIN, P.; DE PAUW, H.; IDRIS, M.; BEECKMAN, H.; SMETS, E. Preparation of wood specimens for transmitted light microscopy and scanning electron microscopy. *Belgian Journal of Botany*, v. 131, p. 41-49, 1998 B.

JANSEN, S.; PIESSCHAERT, F.; SMETS, E. Wood anatomy of Elaeagnaceae, with comments on vestured pits, helical thickenings, and systematic relationships. *American Journal of Botany*, v. 87, p. 20-28, 2000.

JANSEN, S.; BAAS, P.; SMETS, E. Vestured pits: their occurrence and systematic importance in eudicots. *Taxon*, v. 50, p. 135-167, 2001.

JANSEN, S.; PLETTERS, A.; RABAEY, D.; LENS, F. Vestured pits: a diagnostic character in the secondary xylem of Myrtales. *Journal of Tropical Forest Science*, v. 20, p. 328-339, 2008.

JOHANSEN, D. D. *Plant microtechniques*. McGraw-Hill, New York, 1940.

KLITGAARD, B. B.; LAVIN, M. Tribe Dalbergieae sens. lat. In: LEWIS, G. P.; SCHIRIRE, B. D.; MACKINDER, B., LOCK, M. (Eds.). *Legumes of the world*. Royal Botanic Gardens, Kew, p. 307-335, 2005.

KÖEPPEN, W. *Climatologia: com un estudio de los climas de la tierra*. Trad. P.R. Hendrichs Pérez. Fondo de Cultura Economica. Mexico, p. 152-182, 1948.

KUCERA, L. J.; MEYLAN, B. A.; BUTTERFIELD, B. G. Vestured simple perforation. *IAWA Journal* v. 1, p. 3-6, 1977.

LAVIN, M.; PENNINGTON, R. T.; KLITGAARD, B. B.; SPRENT, J. I.; LIMA, H. C.; GASSON, P.E. The dalbergioid legumes (Fabaceae): delimitation of a pantropical monophyletic clade. *American Journal of Botany*, v.88, p. 503-533, 2001.

LENS, F.; JANSEN, S.; CARIS, P.; SERLET, L.; SMETS, E. Comparative Wood Anatomy of the Primuloid Clade (Ericales s.l.). *Systematic Botany*, v.30, p. 163-183, 2005.

LENS, F.; SCHÖNENBERGER, J.; BAAS, P.; JANSEN, S.; SMETS, E. The role of wood anatomy in phylogeny reconstruction of Ericales. *Cladistics*, v. 23, p. 229-254, 2007.

LENS, F.; ENDRESS, M. E.; BAAS, P.; JANSEN, S.; SMETS, E. Wood Anatomy of Rauvolfioideae (Apocynaceae): A Search for Meaningful non-Dna Characters at the Tribal Level. *American Journal of Botany*, v. 95, p. 1199-1215, 2008.

LENS, F.; EECKHOUT, S.; ZWARTJES, R.; SMETS, E.; JANSSENS, S. B. The multiple fuzzy origins of woodiness within Balsaminaceae using an integrated approach. Where do we draw the line? *Annals of Botany* 109, 783-799 p., 2012.

LEWIS, G. P. *Legumes of Bahia*. Royal Botanic Gardens, Kew. 215-222 p., 1987.

LEWIS, G. P.; SCHIRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. *Legumes of the world*. Royal Botanic Gardens, Kew, 2005.

LIMA, H. C.; QUEIROZ, L. P.; MORIM, M. P.; SOUZA, V. C.; DUTRA, V. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; IGANCI, J. R. V.; FORTUNATO, R. H.; VAZ, A. M. S. F.; SOUZA, E. R. DE; FILARDI, F. L. R.; VALLS, J. F. M.; GARCIA, F. C. P.; FERNANDES, J. M.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V.; PEREZ, A. P. F.; MANSANO, V. F.; MIOTTO, S. T. S.; TOZZI, A. M. G. A.; MEIRELES, J. E.; LIMA, L.C.P.; OLIVEIRA, M.L.A.A.; FLORES, A.S.; TORKE, B.M.; PINTO, R.B.; LEWIS, G.P.; BARROS, M.J.F.; SCHÜTZ, R.; PENNINGTON, T.; KLITGAARD, B.B.; RANDO, J.G.; SCALON, V.R.; CARDOSO, D.B.O.S.; COSTA, L.C. DA; SILVA, M.J. DA; MOURA, T.M.; BARROS, L.A.V. DE; SILVA, M.C.R.; QUEIROZ, R.T.; SARTORI, A.L.B.; CAMARGO, R. Fabaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000115>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

LISI, C. S.; TOMAZELLO F. O, M.; BOTOSSO, P. C.; ROIG, F. A.; MARIA, V. R. B.; FERREIRA-FEDELE, L.; VOIGT, A. R. A. Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal semi-deciduous forest in southeast Brazil. *IAWA Journal*, v. 29, p. 189–207, 2008.

LOBÃO, M. S. Dendrocronologia, fenologia, atividade cambial e qualidade do lenho de árvores de *Cedrela odorata* L., *Cedrela fissilis* Vell. e *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Hub. Ex Ducke, no estado do Acre, Brasil. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 215f., 2011.

LOCOSSELLI, G. M. Análise integrada de dendrocronologia, anatomia e isótopos estáveis de carbono de duas espécies de jatobá (*Hymenaea*, Leguminosae) para identificação de possíveis efeitos da elevação do CO<sub>2</sub> atmosférico e mudanças climáticas. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo- Brasil, 2010.

LOEFGREN, A. Ensaio para uma distribuição dos vegetais nos diversos grupos florísticos no Estado de São Paulo. *Boletim da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo*, v. 11, p. 1-50, 1905.

MACBRIDE, J. F. Leguminosae. Flora do Peru. *Field Mus. Nat. Hist., Botany*, v. 13, p. 162-335, 1943.

MCLACHLAN, I. R.; GASSON, P. PCA of sites listed *Pterocarpus santalinus* (Leguminosae) wood. *IAWA Journal*, v. 31, p. 121–138, 2010.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. Ficha de características das madeiras brasileiras. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 1989.

MANLY, B. F. J. *Multivariate statistical methods*. Chapman e Hall, London, 1994.

MARIAUX, A. Les cernes dans les bois tropicaux africains, nature et périodicité. *Revue Bois et Forêts des Tropiques*, v. 113, p. 23-37, 1967.

MEKO, D. M.; WOODHOUSE, C. A. Tree-ring footprint of joint hydrologic drought in Sacramento and Upper Colorado river basins, western USA. *Journal of Hydrology*, v. 308, p. 196-213, 2005.

MELANDRI, J. L.; PERNÍA, N. E. Wood anatomy of tribe Detarieae and comparison with tribe Caesalpinieae (Leguminosae, Caesalpinioideae) in Venezuela. *Revista Biologia Tropical*, v. 57, p. 303-319, 2009.

MELLO, E. C. Contribuição para o Estudo de Algumas Espécies de Jacarandás. *Brasil Florestal*, p. 45-53, 1972.

MENDONÇA FILHO, C. V. Citotaxonomia de *Machaerium* Pers. e revisão de *Machaerium* sect. *Oblonga* (Benth.) Taub. (Leguminosae – Papilionoideae). Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 216 f., 2002.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. *Anatomy of Dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford, v.1, 1950.

MEYLAN, B. A.; BUTTERFIELD, B. G. Occurrence of Vestured Pits in the Vessels and Fibres of New Zealand Woods *New Zealand Journal of Botany*, v. 12, p. 3-18, 1974.

NAIR, M. N. B.; MOHAN RAM, H. Y. Vestured pits and vestured vessel member walls in some Indian dicotyledonous woods. *Botanical journal of the Linnean Society*, v. 100, p. 323-336, 1989.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), El Niño. Rede de Dados. Disponível em: < <http://www.noaa.gov/>>. Acesso em: 15 out. 2013.

OHTANI, J. Study of Warty Layer by the Scanning Electron Microscopy. II. Occurrence of Warts in Vessel Members and Wood Fibers of Japanese Dicotyledonous Woods. *Research Bulletins of the College Experiment Forests*, v. 36, p. 586-607, 1979.

OHTANI, J. Vestures in axial parenchyma cells. *IAWA Journal*, v. 7, p. 39-46, 1986.

OHTANI, J. Vestures in septate wood fibres. *IAWA Journal*, v. 8, p. 59-67, 1987.

OHTANI, J.; FUKAJAWA, K. SEM Observations on Vestured Pits in Some Yunnan Hardwoods. *Research Bulletins of the College Experiment Forests*, v. 45, p. 789-801, 1988.

OHTANI, J.; ISHIDA, S. Study on pits of wood cells using scanning electron microscopy. Vestured pits of Japanese Dicotyledonous Woods. *Research Bulletin of the College Experiment Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University*, v. 33, p. 407-435, 1976.

OHTANI, J.; MEYLAN, B. A.; BUTTERFIELD, B. G. Vestures or warts - proposed terminology. *IAWA Journal*, v. 5, p. 3-8, 1984 A.

OHTANI, J.; MEYLAN, B. A.; BUTTERFIELD, B. G. A Note On Vestures On Helical Thickenings. *IAWA Journal*, v. 5, p. 9-11, 1984 B.

OLIVEIRA, J. S. Variações estruturais do lenho de espécies de cerrado do estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 134f., 2006.

- OSKOLSKI, A. A. Phylogenetic Relationships within Apiales: Evidence from Wood Anatomy. *Edinburgh Journal of Botany*, v. 58, p. 201-206, 2001.
- PARAMESWARAN, N.; LIESE, Occurrence of Warts in Bamboo Species. *Wood Science and Technology*, v. 11, p. 313-318, 1977.
- PAREDES-VILLANUEVA, K.; SÁNCHEZ-SALGUERO, R.; MANZANEDO, R. D.; QUEVEDO SOPEPI, R.; PALACIOS, G.; NAVARRO-CERRILLO, R. M. Growth rate and climatic response of *Machaerium scleroxylon* in a dry tropical forest in southeastern Santa Cruz, Bolivia. *Tree-Ring Research*, v. 69, p. 63–79, 2013.
- PERNÍA, N. E.; MELANDRI, J. L. Wood anatomy of the tribe Caesalpinieae (Leguminosae, Caesalpinioideae) in Venezuela. *IAWA Journal*, v. 27, p. 99-114, 2006.
- PERSOON, C. H. Enumerationem systematicam specierum hucusque cognitarum. *Synopsis Plantarum seu Enchiridium Botanicum*, v. 2, p. 1-656, 1807.
- POLHILL, R. M. Dalbergieae Bronn ex DC. In: POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H. (Eds.). *Advances in Legume Systematics 1*. Royal Botanic Gardens, Kew, p. 233-242, 1981.
- POLHILL R. M.; RAVEN, P. H. Evolution and systematics of the Leguminosae. In: POLHILL R. M.; RAVEN, P. H. *Advances in Legume Systematics 1*. Royal Botanic Gardens, Kew, p. 1-26, 1981.
- R CORE TEAM. R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20 abr. 2012.
- RABAEY, D.; LENS, F.; SMETS, E.; JANSEN, S. The phylogenetic significance of vestured pits in Boraginaceae. *Taxon*, v. 59, p. 510-516, 2010.
- RIBEIRO, R. A.; LAVIN, M.; LEMOS-FILHO, J. P.; MENDONÇA FILHO, C. V.; SANTOS, F. R.; LOVATO, M. B. The genus *Machaerium* (Leguminosae) is more closely related to *Aeschynomene* Sect. *Ochopodium* than to *Dalbergia*: inferences from combined sequence data. *Systematic Botany*, v. 32, p. 762-771, 2007.
- ROMESBURG, H.C. Cluster analysis for researchers. Lifetime Learning Publications, Belmont, Calif, 1984.
- ROZENDAAL, D. A.; SOLIZ-GAMBOA, C. C.; ZUIDEMA, P. A. Assessing long-term changes in tropical forest dynamics: a first test using tree-ring analysis. *Trees*, v. 25, p. 115–124, 2011.
- RUDD, V. E. New taxa and combinations in *Machaerium* (Leguminosae) IV. *Phytologia*, v. 26, p. 398-403, 1973.
- RUDD, V. E. Studies in *Machaerium* (Leguminosae) V: History and Fossil Names. *Phytologia*, v. 62, p. 277-302, 1987.

SARACHIK, E. S.; CANE, M. A. The El Niño-Southern Oscillation Phenomenon. Cambridge, University Press, 2010.

SASS, J. E. Elements of botanical microtechnique. Mc. Graw-Hill Book Company Inc., New York – London, p. 122, 1958.

SCHMITZ, N.; JANSEN, S.; VERHEYDEN, A.; KAIRO, J. G.; BEECKMAN, H.; KOEDAM, N. Comparative Anatomy of Intervessel Pits in Two Mangrove Species Growing Along a Natural Salinity Gradient in Gazi Bay, Kenya. *Annals of Botany*, v. 100, p. 271–281, 2007.

SCHÖNGART, J.; PIEDADE, M. T. F.; LUDWIGSHAUSEN, S. Phenology and stem-growth periodicity of tree species in Amazonian floodplain forests. *Journal of Tropical Ecology*, v. 18, p. 581-597, 2002.

SCHÖNGART, J.; JUNK, J.; PIEDADE, M. T. F.; AYRES, J. M.; HÜTTERMANN, A.; WORBES, M. Teleconnection between tree growth in the Amazonian floodplains and the El Niño–Southern Oscillation effect. *Global Change Biology*, v. 10, p. 683–692, 2004.

SCHÖNGART, J., ORTHMANN, B., HENNENBERG, K. J., POREMBS, S., WORBES, M. Climate–growth relationships of tropical tree species in West Africa and their potential for climate reconstruction. *Global Change Biology*, v.12, p. 1139–1150, 2006.

SCHWEINGRUBER, F. H. Tree rings. Reidel, Dordrecht, p. 276, 1988.

SCURFIELD, G.; SILVA, S. R. The vested pits of *Eucalyptus regnans* F. Muell.: a study using scanning electron microscopy. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 63, p. 313-320, 1970.

SIGAFOOS, R. S. Botanical evidence of floods and flood-plain deposition. US Geological Survey Professional Paper 485-A, Washington, DC, 1964.

SINGH, A. P.; NILSSON, T.; DANIEL, G. F. *Alstonia scholaris* vestures are resistant to degradation by tunnelling bacteria. *IAWA Journal*, v. 14, p. 119-126, 1993.

SINGH, A. P.; Kim, Y. S.; Wi, S. G. Inhomogeneity in the composition of vesture walls in an archaeological wood. *IAWA Journal*, v. 23, p. 77–82, 2002.

SMILEY, T. L. The geology and dating of Sunset Crater, Flagstaff, Arizona. In: Anderson, R. Y.; Harshberger, J. W. (Eds.). *Guidebook of the Black Mesa Basin, Northeastern Arizona*, New Mexico Geological Society, Socorro, p. 186-190, 1958.

SOFFIATTI, P.; ANGYALOSSY, V. Wood Anatomy of *Cipocereus* (Cactaceae). *IAWA Journal* v. 26, p. 299-308, 2005.

SOFFIATTI, P.; ANGYALOSSY, V. Increased water storage capacity in cactus wood: a study in the tribe Cereeae (Cactoideae, Cactaceae). *Haseltonia*, v. 15, p. 1-6., 2009.

- SOLIZ-GAMBOA, C. C.; ROZENDAAL, D. M. A.; CECCANTINI, G.; ANGYALOSSY, V.; VAN DER BORG, K.; KUIDEMA, P. A. Evaluating the annual nature of juvenile rings in Bolivian tropical rainforest trees. *Trees*, v. 25, p. 17-27, 2011.
- SPRENT J. I. Nitrogen acquisition systems in the Leguminosae. In: SPRENT, J. I.; MCKEY M. (Eds.). *Advances in legume systematics, The nitrogen factor*, Royal Botanic Gardens, Kew, v. 5, p. 1–16, 1994.
- SPRENT, J. I. Nodulation in legumes. Royal Botanic Gardens, Kew, p. 146, 2001.
- STAHLE, D. W.; MUSHOVE, P. T.; CLEAVELAND, M. K.; ROIG, F.; HAYNES, G. A. Management implications of annual growth rings in *Pterocarpus angolensis* from Zimbabwe. *Forest Ecology and Management*, v. 124, p. 217-229, 1999.
- STRANBURGER, E. *Handbook of practical botany*. MacMillan company, New York, p. 532, 1924.
- SWETNAM, T. W.; DIETERICH, J. H. Fire history of ponderosa pine forests in the Gila Wilderness, New Mexico. In: MISSOULA, M. T. (Eds.). *Proceedings-Symposium and Workshop on Wilderness Fire; General Technical Report INT-182*, U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Ogden, UT, p. 390-397, 1983.
- SWETNAM, T. W.; THOMPSON, M. A.; SUTHERLAND, E. K. Using dendrochronology to measure radial growth of defoliated trees. *Agriculture Handbook*, v. 639, US Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC, p. 39, 1985.
- TAMAYO, F. Las especies argentinas del género *Machaerium*. *Darwiniana*, v. 7, p. 120-137, 1945.
- TAUBERT, P. Leguminosae. In: ENGLER, H. G. A., PRANTL, K. A. E. (Eds.), *Die Natürlichen Pflanzenfamilien 3*. Wilhelm Engelmann, Leipzig, p. 333-338, 1894.
- UETIMANE JUNIOR, E.; TERZIEV, N.; DANIEL, G. Wood anatomy of three lesser known species from Mozambique. *IAWA Journal*, v. 30, p. 277–291, 2009.
- VAN VLIET, J. C. M.; BAAS, P. Wood anatomy and classification of the Myrtales. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 71, p. 783-800, 1984.
- VAN VLIET, G. J. C. M. Vestured pits in Combretaceae and allied families. *Acta Botanica Neerlandica*, v. 27, p. 273–285, 1978.
- VOGEL, T. *Dalbergiearum genera brasiliensis*. *Linnaea*, v.11, p. 177-204, 1837.
- WARDROP, A. B.; DAVIES, G. W. Wart Structure of Gymnosperm Tracheids. *Nature Publishing Group*, v. 194, p. 497-498, 1962.
- WATANABE, Y.; SANO, Y.; ASADA, T.; FUNADA, R. Histochemical study of the chemical composition of vestured pits in two species of *Eucalyptus*. *IAWA Journal*, v. 27, p. 33–43, 2006.

- WOJCIECHOWSKI, M. F. Reconstruction the phylogeny of legumes (Leguminosae): an early 21st century perspective. In: KLITGAARD, B. B.; BRUNEAU, A. (Eds.). *Advances in Legume Systematics*. Royal Botanic Gardens, Kew, v.10, p. 5-35, 2003.
- WOJCIECHOWSKI, M. F.; LAVIN, M.; SANDERSON, M. J. A phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid matK gene resolves many well-supported subclades within the family. *American Journal of Botany*, v. 91, p. 1846-1862, 2004.
- WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. *IAWA Journal*, v. 16, p. 337-351, 1995.
- WORBES, M. Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees the caparo forest reserve in Venezuela. *Journal of Ecology*, v. 87, p. 391-403, 1999.
- WORBES, M. One hundred years of tree-ring research in the tropics - a brief history and an outlook to future challenges. *Dendrochronologia*, v. 20, p. 217-231, 2002.
- WORBES, M. Tree-ring analysis. In: BURLEY, J.; EVANS, J.; YOUNGQUIST, J. A. (Eds.). *Encyclopedia of forest sciences*, Elsevier, Oxford, UK, p. 586-599, 2004.
- YAMAGUCHI, D. K. New tree-ring dates for recent eruptions of Mount St. Helens. *Quaternary Research*, v. 20, p. 246-250, 1983.
- YAMAGUCHI, D. K. Tree-ring evidence for a two-year interval between recent prehistoric explosive eruptions of Mount St. Helens. *Geology*, v. 13, p. 554-557, 1985.
- ZANON, M. L. FINGER, C. A. G. Relação de variáveis meteorológicas com o crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em povoamentos implantados. *Ciência Florestal*, v. 20, p. 467-476, 2010.
- ZAR, J.H. *Bioestatistical Analysis*. 3<sup>rd</sup>ed. Prentice Hall, New Jersey, 1996.