

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ANATOMIA DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE CERRADO *SENSU LATO* DO
ESTADO DE SÃO PAULO**

JULIA SONSIN-OLIVEIRA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu
para obtenção do Título de Doutor em Ciência
Florestal.

BOTUCATU-SP
Dezembro – 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ANATOMIA DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE CERRADO *SENSU LATO* DO
ESTADO DE SÃO PAULO**

JULIA SONSIN-OLIVEIRA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carmen Regina Marcati

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Claudia Franca Barros

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu
para obtenção do Título de Doutor em Ciência
Florestal.

BOTUCATU-SP
Dezembro – 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S699a Sonsin-Oliveira, Julia 1980-
Anatomia da madeira de espécies de cerrado sensu lato do Estado de São Paulo / Julia Sonsin-Oliveira. - Botucatu : [s.n.], 2010
x, 159 f. : gráfs., tabs., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2010

Orientador: Carmen Regina Marcati

Co-orientador: Claudia Franca Barros

Inclui bibliografia.

1. Anatomia ecológica. 2. Casca. 3. Cerrado sensu lato. 4. Eficiência versus segurança. 5. Madeira. I. Marcati, Carmen Regina. II. Barros, Claudia Franca. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ANATOMIA DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE CERRADO *SENSU LATO*
DE ESTADO DE SÃO PAULO

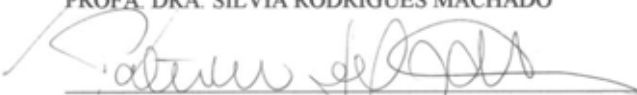
ALUNA: JÚLIA SONSIN OLIVEIRA

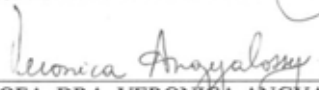
ORIENTADORA: PROFA. DRA. CARMEN REGINA MARCATI
CO-ORIENTADORA: PROFA. DRA. CLAUDIA FRANCA BARROS

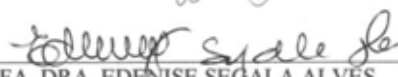
Aprovado pela Comissão Examinadora


PROFA. DRA. CLAUDIA FRANCA BARROS


PROFA. DRA. SILVIA RODRIGUES MACHADO


PROFA. DRA. PATRICIA SOFFIATTI


PROFA. DRA. VERONICA ANGYALOSSY


PROFA. DRA. EDENISE SEGALA ALVES

Data da Realização: 10 de dezembro 2010.

AGRADECIMENTOS

A Capes “Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior” pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa de Doutorado.

Ao CNPq “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico” pelo apoio ao desenvolvimento de parte da pesquisa no Doutorado Sanduiche.

Ao Departamento de Recursos Naturais - Ciências Florestais da FCA, que me acolheu durante esses anos, aos seus professores e funcionários, ao laboratório de Anatomia da Madeira da Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP de Botucatu.

Ao Departamento de Botânica da UNESP de Botucatu, seus professores e funcionários.

A minha orientadora Profa. Dra. Carmen Regina Marcati pelo suporte, orientação e amizade.

A professora Profa. Dra. Silvia Machado pelos conselhos sempre precisos e pela amizade.

A minha co-orientadora Profa. Dra. Claudia Barros, pela ajuda com a estatística e as novas idéias.

Ao Dr. Peter Gasson do Jodrell Laboratory pela supervisão e ao Royal Botanic Gardens, Kew pela hospitalidade.

As minhas amigas do laboratório Talita, Liliane, Thaís, Caroline e Kauana pelo companheirismo.

Ao Clemente José Campos pela ajuda durante as coletas no cerrado.

Aos meus pais João e Maria que sempre me deram muito apoio.

As minhas amigas Fernanda, Ana Cláudia e Marilda pelas boas risadas e parceria nos poucos dias de folga.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS.....	iii
SUMÁRIO.....	iv
LISTA DE TABELAS	.v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	.x
SUMMARY	xii
1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA	13
2. OBJETIVOS.....	22
2.1. Objetivo Geral	22
2.2. Objetivos Específicos	22
3. <i>Capítulo 1</i> – CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA DO LENHO E CASCA DE ESPÉCIES DO CERRADO PAULISTA.	23
3.1. Resumo	24
3.2. Summary.....	25
3.3. Introdução.....	26
3.4. Material e Métodos.....	27
3.5. Resultados.....	34
3.6. Discussão.....	62
3.7. Referências Bibliográficas.....	66
4. <i>Capítulo 2</i> - ANATOMIA ECOLÓGICA DA MADEIRA E TENDÊNCIAS DE ESPÉCIES QUE OCORREM EM CERRADO <i>SENSU STRICTO</i> , CERRADÃO E ZONA RIPÁRIA NO ESTADO DE SÃO PAULO.....	70
4.1. Resumo	71
4.2. Summary.....	72
4.3. Introdução.....	73
4.4. Material e Métodos.....	75
4.5. Resultados.....	80
4.6. Discussão.....	97
4.7. Referências Bibliográficas.....	102
5. <i>Capítulo 3</i> - ANATOMIA COMPARADA DE ESPÉCIES QUE OCORREM EM CERRADO <i>SENSU STRICTO</i> E ZONA RIPÁRIA, FITOFISINOMIAS DO CERRADO <i>SENSU LATO</i> PAULISTA	107
5.1. Resumo	108
5.2. Summary.....	109
5.3. Introdução.....	110
5.4. Material e Métodos.....	111
5.5. Resultados.....	116
5.6. Discussão.....	135
5.7. Referências Bibliográficas.....	138
6. CONCLUSÕES GERAIS	143
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	145

LISTA DE TABELAS

	Página
Capítulo 1 – CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA DO LENHO E CASCA DE ESPÉCIES DO CERRADO PAULISTA	
Tabela 1 – Caracterização da área de cerrado <i>sensu lato</i>	28
Tabela 2 – Análise química do solo de um fragmento de cerrado.....	28
Tabela 3 – Variáveis climáticas da área de cerrado <i>sensu lato</i>	28
Tabela 4 – Espécies estudadas em cerrado <i>s.l.</i> paulista.....	30
Tabela 5 – Descrição da superfície da casca das espécies da zona ripária, cerradão e cerrado <i>sensu stricto</i>	34
Tabela 6 – Descrição das camadas de crescimento e seus marcadores das espécies da zona ripária, cerradão e cerrado <i>sensu stricto</i>	38
Tabela 7 – Descrição dos tipos de parênquima axial das espécies da zona ripária, cerradão e cerrado <i>sensu stricto</i>	41
Tabela 8 – Descrição das características dos vasos das espécies da zona ripária, cerradão e cerrado <i>sensu stricto</i>	44
Tabela 9 – Descrição das características do parênquima radial e presença de floema interxilemático nas espécies da zona ripária, cerradão e cerrado <i>sensu stricto</i>	48
Tabela 10 – Descrição das características da casca das espécies da zona ripária, cerradão e cerrado <i>sensu stricto</i>	51
Tabela 11 – Frequência relativa das características anatômicas das espécies estudadas no cerrado <i>sensu lato</i>	58
Capítulo 2 – TENDÊNCIAS ECOLÓGICAS NA ANATOMIA DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE CERRADO	
Tabela 1 – Caracterização da área de cerrado <i>sensu lato</i>	75
Tabela 2 – Análise química do solo de um fragmento de cerrado.....	75
Tabela 3 – Variáveis climáticas da área de cerrado <i>sensu lato</i>	75
Tabela 4 – Espécies estudadas em cerrado <i>s.l.</i> paulista.....	77
Tabela 5 – Dados dos alto-valores da análise do componente principal.....	84
Tabela 6 – Dados estatísticos com análise de variância (ANOVA) das espécies estudadas no cerrado <i>s.s.</i> , cerradão e na zona ripária.....	88
Tabela 7 – Frequência relativa das características anatômicas das espécies estudadas no cerrado <i>s.s.</i> , cerradão e zona ripária.....	89
Capítulo 3 – MADEIRAS DO CERRADO: SEGURANÇA OU EFICIÊNCIA NA CONDUÇÃO	
Tabela 1 – Caracterização da área de cerrado <i>sensu lato</i>	112
Tabela 2 – Espécies da área de estudo.....	114
Tabela 3 – Análise estatística comparando os dados quantitativos entre as espécies e as fitofisionomias.....	130
Tabela 4 – Dados dos alto-valores da análise do componente principal.....	135

LISTA DE FIGURAS

	Página
Capítulo 1 – CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA DO LENHO E CASCA DE ESPÉCIES DO CERRADO PAULISTA	
Figura 1 – Mapa demonstrativo da área de estudo.....	29
Figura 2 – Casca com fissuras e cristas convexas e agudas em <i>Annona crassiflora</i>	54
Figura 3 – Casca com estrias em <i>Lamanonia ternata</i>	54
Figura 4 – Casca áspera em <i>Guetarda virbunoides</i>	54
Figura 5 – Casca em placas em <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	54
Figura 6 – Camadas de crescimento (C.C.) irregulares, demarcadas por zonas fibrosas em <i>Siparuna cujabana</i>	55
Figura 7 – C.C. irregulares, demarcadas por faixas de parênquima marginal (setas) em <i>Zeyheria montana</i>	55
Figura 8 – CC regulares, demarcadas por faixas de parênquima marginal (setas) em <i>Piptocarpha rotundifolia</i>	55
Figura 9 – CC regulares, demarcadas por maior quantidade de vasos no limite das camadas de crescimento (setas) em <i>Microlepis oleaefolia</i>	55
Figura 10 – CC irregulares, demarcadas por porções de floema interxilemático alinhados tangencialmente (setas) em <i>Strychnos pseudoquina</i>	55
Figura 11 – CC irregulares, demarcadas pela aproximação das linhas de parênquima axial (setas) em <i>Roupala montana</i>	55
Figura 12 – Parênquima axial apotraqueal difuso em agregado em <i>Myrcia lingua</i>	56
Figura 13 – Parênquima axial escasso em <i>Miconia fallax</i>	56
Figura 14 – Parênquima axial paratraqueal em <i>Terminalia brasiliensis</i>	56
Figura 15 – Parênquima axial paratraqueal e em faixas irregulares em <i>Qualea grandiflora</i>	56
Figura 16 – Parênquima axial e vasos distintos a olho nu e parênquima em faixas irregulares em <i>Ficus guaranitica</i>	56
Figura 17 – Parênquima reticulado em <i>Pera glabrata</i>	56
Figura 18 – Vasos em arranjo tangencial em <i>Piptocarpha rotundifolia</i>	57
Figura 19 – Vasos em arranjo diagonal em <i>Gochnatia polymorpha</i> (ZR).....	57
Figura 20 – Vasos em arranjo radial em <i>Byrsonima coccolobifolia</i>	57
Figura 21 – Porosidade em anel semi-poroso em <i>Aeghiphila sellowiana</i>	57
Figura 22 – Vasos exclusivamente solitários em <i>Campomanesia pubescens</i>	57
Figura 23 – Raios largos em <i>Roupala montana</i>	57
Figura 24 – Análise de agrupamento.....	61
Figura 25 – Frequência relativa de características relacionadas à superfície da casca.....	62
Capítulo 2 – TENDÊNCIAS ECOLÓGICAS NA ANATOMIA DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE CERRADO	
Figura 1 – Mapa demonstrativo da área de estudo.....	76
Figura 2 – Camadas de crescimento presentes, porosidade difusa e parênquima axial paratraqueal em <i>Qualea dichotoma</i> , seção transversal.....	82
Figura 3 – Placas de perfurações simples em <i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i> , seção tangencial.....	82

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 4 – Pontoações intervasculares alternas, guarnecidas em <i>Terminalia brasiliensis</i> , seção tangencial.....	83
Figura 5 – Pontoações raio-vasculares semelhantes às intervasculares em tamanho e forma em <i>Acosmium subelegans</i> , seção radial.....	83
Figura 6 – Raios com 1 a 3 células de largura em <i>Baccharis dracunculifolia</i> , seção tangencial.....	83
Figura 7 – Células procumbentes, eretas e quadradas misturadas pelo do raio em <i>Byrsonima basiloba</i> , seção radial.....	83
Figura 8 – Célula perfurada de raio (seta) em <i>Lacistema hasslerianum</i> , macerado.....	83
Figura 9 – Cristais presentes nas células do raio (setas) em <i>Protium heptaphyllum</i> , seção radial.....	83
Figura 10 – Análise do componente principal.....	85
Figura 11 – Análise de agrupamento.....	87
Figura 12 – Faixas de fibras semelhantes ao parênquima axial, fibras gelatinosas e parênquima axial escasso em <i>Persea venosa</i> , seção transversal.....	93
Figura 13 – Placa de perfuração escalariforme em <i>Styrax latifolia</i> , seção radial.....	93
Figura 14 – Pontoações raio-vasculares com tamanhos e formas distintas em <i>Persea venosa</i> , seção radial.....	93
Figura 15 – Placa de perfuração escalariforme em <i>Lacistema hasslerianum</i> , seção radial.....	94
Figura 16 – Placa de perfuração foraminada em <i>Lithraea molleoides</i> , seção radial.....	94
Figura 17 – Fibras septadas, parênquima axial em faixas e paratraqueal e raios em <i>Qualea grandiflora</i> , seção tangencial.....	94
Figura 18 – Traqueídes em <i>Austroplenckia populnea</i> , macerado.....	94
Figura 19 – <i>Campomanesia pubescens</i> , fibras com pontoações areoladas, seção tangencial.....	94
Figura 20 – <i>Campomanesia pubescens</i> , vasos exclusivamente solitários, seção transversal.....	94
Figura 21 – Elementos de vaso com espessamento espiralado em <i>Lithraea molleoides</i> , seção radial.....	94
Figura 22 – Características anatômicas da madeira comuns e que diferenciam as fitofisionomias.....	95
Figura 23 – Comparação entre as características anatômicas relacionadas aos vasos nas fitofisionomias de cerrado s.s. (Ce), cerradão (Cd) e zona ripária (ZR). A. 1 = Diâmetro de vaso; 2 = comprimento do elemento de vaso; 3 = frequência de vaso/mm ² . B. 4 = índice de mesomorfia; 5 = índice de vulnerabilidade.....	95
Figura 24 – A. Comparação entre as características anatômicas de fibra e tipo parênquima; Fx = faixas de fibras semelhantes ao parênquima axial. B. Comparação entre as características anatômicas de vasos, traqueídes, fibras e parênquima. C. Comparação entre as características anatômicas de vasos; PP = placas de perfuração; Pt = pontoações. Nas fitofisionomias de zona ripária (ZR), cerradão (Cd) e cerrado s.s. (Ce).....	96
Capítulo 3 – MADEIRAS DO CERRADO: SEGURANÇA OU EFICIÊNCIA NA CONDUÇÃO	
Figura 1 – Mapa demonstrativo da área de estudo.....	113

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 2 – Diagrama climático para as espécies de cerrado s.s. e da Zona Ripária.....	113
Figura 3 – <i>Tapirira guianensis</i> , seção transversal do cerrado.....	124
Figura 4 – <i>Tapirira guianensis</i> , seção transversal da zona ripária.....	124
Figura 5 – <i>Tapirira guianensis</i> , seção tangencial do Ce.....	124
Figura 6 – <i>Tapirira guianensis</i> , seção radial do Ce.....	124
Figura 7 – <i>Tapirira guianensis</i> , seção tangencial da ZR.....	124
Figura 8 – <i>Tapirira guianensis</i> , seção radial da ZR.....	124
Figura 9 – <i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i> , seção transversal do Ce.....	124
Figura 10 – <i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i> , seção transversal da ZR.....	124
Figura 11 – <i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i> , seção tangencial do Ce.....	124
Figura 12 – <i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i> , seção radial do Ce.....	124
Figura 13 – <i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i> , seção tangencial da ZR.....	124
Figura 14 – <i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i> , seção radial da ZR.....	124
Figura 15 – <i>Schefflera vinosa</i> , seção transversal do Ce.....	125
Figura 16 – <i>Schefflera vinosa</i> , seção transversal da ZR.....	125
Figura 17 – <i>Schefflera vinosa</i> , seção tangencial do Ce.....	125
Figura 18 – <i>Schefflera vinosa</i> , seção radial do Ce.....	125
Figura 19 – <i>Schefflera vinosa</i> , seção tangencial da ZR.....	125
Figura 20 – <i>Schefflera vinosa</i> , seção radial da ZR.....	125
Figura 21 – <i>Pera glabrata</i> , seção transversal do Ce.....	125
Figura 22 – <i>Pera glabrata</i> , seção transversal da ZR.....	125
Figura 23 – <i>Pera glabrata</i> , seção tangencial do Ce.....	125
Figura 24 – <i>Pera glabrata</i> , seção radial do Ce.....	125
Figura 25 – <i>Pera glabrata</i> , seção tangencial da ZR.....	125
Figura 26 – <i>Pera glabrata</i> , seção radial da ZR.....	125
Figura 27 – <i>Dimorphandra mollis</i> , seção transversal do Ce.....	126
Figura 28 – <i>Dimorphandra mollis</i> , seção transversal da ZR.....	126
Figura 29 – <i>Dimorphandra mollis</i> , seção tangencial do Ce.....	126
Figura 30 – <i>Dimorphandra mollis</i> , seção radial do Ce.....	126
Figura 31 – <i>Dimorphandra mollis</i> , seção tangencial da ZR.....	126
Figura 32 – <i>Dimorphandra mollis</i> , seção radial da ZR.....	126
Figura 33 – <i>Acosmium subelegans</i> , seção transversal do Ce.....	126
Figura 34 – <i>Acosmium subelegans</i> , seção transversal da ZR.....	126
Figura 35 – <i>Acosmium subelegans</i> , seção tangencial do Ce.....	126
Figura 36 – <i>Acosmium subelegans</i> , seção radial do Ce.....	126
Figura 37 – <i>Acosmium subelegans</i> , seção tangencial da ZR.....	126
Figura 38 – <i>Acosmium subelegans</i> , seção radial da ZR.....	126
Figura 39 – <i>Stryphnodendron polyphyllum</i> , seção transversal do Ce.....	127
Figura 40 – <i>Stryphnodendron polyphyllum</i> , seção transversal da ZR.....	127
Figura 41 – <i>Stryphnodendron polyphyllum</i> , seção tangencial do Ce.....	127
Figura 42 – <i>Stryphnodendron polyphyllum</i> , seção radial do Ce.....	127
Figura 43 – <i>Stryphnodendron polyphyllum</i> , seção tangencial da ZR.....	127
Figura 44 – <i>Stryphnodendron polyphyllum</i> , seção radial da ZR.....	127
Figura 45 – <i>Tibouchina stenocarpa</i> , seção transversal do Ce.....	127

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 46 – <i>Tibouchina stenocarpa</i> , seção transversal da ZR.....	127
Figura 47 – <i>Tibouchina stenocarpa</i> , seção tangencial do Ce.....	127
Figura 48 – <i>Tibouchina stenocarpa</i> , seção radial do Ce.....	127
Figura 49 – <i>Tibouchina stenocarpa</i> , seção tangencial da ZR.....	127
Figura 50 – <i>Tibouchina stenocarpa</i> , seção radial da ZR.....	127
Figura 51 – <i>Siparuna cujabana</i> , seção transversal do Ce.....	128
Figura 52 – <i>Siparuna cujabana</i> , seção transversal da ZR.....	128
Figura 53 – <i>Siparuna cujabana</i> , seção tangencial do Ce.....	128
Figura 54 – <i>Siparuna cujabana</i> , seção radial do Ce.....	128
Figura 55 – <i>Siparuna cujabana</i> , seção tangencial da ZR.....	128
Figura 56 – <i>Siparuna cujabana</i> , seção radial da ZR.....	128
Figura 57 – <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> , seção transversal do Ce.....	128
Figura 58 – <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> , seção transversal da ZR.....	128
Figura 59 – <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> , seção tangencial do Ce.....	128
Figura 60 – <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> , seção radial do Ce.....	128
Figura 61 – <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> , seção tangencial da ZR.....	128
Figura 62 – <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> , seção radial da ZR.....	128
Figura 63 – <i>Vochysia tucanorum</i> , seção transversal do Ce.....	129
Figura 64 – <i>Vochysia tucanorum</i> , seção transversal da ZR.....	129
Figura 65 – <i>Vochysia tucanorum</i> , seção tangencial do Ce.....	129
Figura 66 – <i>Vochysia tucanorum</i> , seção radial do Ce.....	129
Figura 67 – <i>Vochysia tucanorum</i> , seção tangencial da ZR.....	129
Figura 68 – <i>Vochysia tucanorum</i> , seção radial da ZR.....	139
Figura 69 – Tendências para as fitofisionomias de zona ripária e cerrado s.s.....	132
Figura 70 – Comparação dos dados quantitativos entre as diferentes fitofisionomias.....	133
Figura 71 – Análise de componente principal.....	134

ANATOMIA DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE CERRADO *SENSU LATO* DO ESTADO DE SÃO PAULO. Botucatu, 2010. 159p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autora: Julia Sonsin Oliveira

Orientadora: Carmen Regina Marcati

Co-orientadora: Claudia Franca Barros

RESUMO

O cerrado é considerado a savana mais rica em biodiversidade do mundo, possui uma flora estimada em 7000 espécies, sendo 44% endêmicas, além de ser um dos 25 “hotspots” globais. Devido a grande importância desse bioma, esse trabalho apresenta as características anatômicas macro e microscópicas de 97 espécies arbóreas e arbustivas que ocorrem no cerrado *sensu lato* (s.l.), procurando identificar padrões estruturais comuns na madeira, e peculiares às espécies que ocorrem nas diferentes fitofisionomias, cerrado *sensu stricto* (s.s.), cerradão e zona ripária. Adicionalmente, foi caracterizada a morfologia externa da casca dessas espécies. As características anatômicas macroscópicas da madeira aliadas as da morfologia externa da casca que facilitaram a separação das espécies em uma mesma família, principalmente espécies que pertencem ao mesmo gênero foram: arranjo de vasos, padrão de

parênquima axial, largura de raios (TR), estratificação de raios, presença de exsudatos e a cor interna da casca. Para as espécies de cerrado *s.l.* foram observadas características que podem contribuir tanto para segurança quanto para eficiência na condução hídrica, como: alta ocorrência de vasos múltiplos e frequência de vasos por mm², pontoações intervasculares alternas pequenas, pontoações guarnecidas; placas de perfuração simples. O índice de vulnerabilidade foi de 1,6 e de mesomorfia 600. Apesar da maioria das características anatômicas das espécies do cerrado *s.l.* se enquadram nas tendências ecológicas para espécies que ocorrem em terras baixas dos trópicos, as espécies que ocorrem nas diferentes fitofisionomias possuem características anatômicas que mostram estratégias particulares para sobrevivência das mesmas. Quando comparando as fitofisionomias, de uma maneira geral, os espécimes da zona ripária apresentaram vasos de maior diâmetro, menor frequência por mm² e pontoações intervasculares de maior diâmetro, o que indica maior eficiência na condução, já os espécimes do cerrado *s.s.* foram o oposto e apresentaram menor índice de vulnerabilidade e mesomorfia, demonstrando maior segurança sob condições de estresse hídrico, e os espécimes do cerrado possuem valores intermediários entre o cerrado *s.s.* e a zona ripária.

Palavras-chave: anatomia ecológica, casca, cerrado *sensu lato*, eficiência versus segurança, madeira.

WOOD ANATOMY OF CERRADO *SENSU LATO* SPECIES FROM SÃO PAULO STATE. Botucatu, 2010. 159p. Thesis (Doctorate in Forest Science) - Faculty of Agronomic Sciences, Universidade Estadual Paulista.

Author: Julia Sonsin Oliveira

Adviser: Carmen Regina Marcatti

Co-Adviser: Claudia Franca Barros

SUMMARY

The cerrado is considered the richest savanna in biodiversity in the world, its flora has about 7000 species, being 44% endemic, besides being one of the 25 global hotspots. Due to the great importance of this biome, this paper shows macro and microscopic wood anatomical features of 97 arboreal and shrubby species which occur in cerrado *sensu lato*, aiming to verify the common structural patterns in the wood, and peculiar to the species that occur in three different physiognomies, cerrado *sensu stricto* (s.s.), cerradão and riparian zone. Additionally, the external bark morphology of these species was characterized. Macroscopic wood features allied to bark surface features which facilitate separation of species within a family and, mostly species from the same genus were: vessel arrangement, axial parenchyma pattern, ray width (TR), storied rays, presence of exudates and bark internal colour. For cerrado *s.l.* species we observed anatomic features that may contribute to both safety in water flow and efficiency, such as: high incidence of multiple vessels and high vessel frequency per mm², small intervessel pits alternate, vestured pits, simple perforation plates. The vulnerability and mesomorphy index were 1.6 and 600, respectively. Despite of the majority of cerrado *s.l.* species anatomical features were framed in the ecological trends for species which occur in tropical lowlands, the specimens which occur in the different physiognomies have anatomical features that show particular strategies for survival in each physiognomy. When comparing the physiognomies, in a general way, riparian zone specimens have larger vessels, low frequency per mm² and larger intervessel pits diameter, what indicates better efficiency in conduction, while cerrado s.s. specimens were the opposite and showed low vulnerability and mesomorphy index, demonstrating greater safety under conditions of water stress, and cerradão specimens have intermediate values between cerrado s.s. and riparian zone.

Key words: bark, cerrado *sensu lato*, ecological anatomy, efficiency versus safety, wood.

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

O cerrado é o segundo maior bioma do país em área, superado apenas pela Floresta Amazônica (Ratter *et al.* 1997), abrange 20 a 25% do território nacional (Joly, 1970; Ferri, 1980; Ratter *et al.* 1997). Dadas as condições ambientais altamente restritivas em relação aos padrões convencionais ideais para o desenvolvimento de plantas, encontra-se no cerrado uma flora peculiar, única no mundo (Durigan, 2003).

Este Bioma é considerado a savana mais rica em biodiversidade do mundo, em que 44% da flora é endêmica (Oliveira & Marquis, 2002). Segundo Coutinho (1990) e Castro (1994), há pelo menos 2500 espécies de vegetais superiores, sendo que a flora total do cerrado estimada é de 7000 espécies, nas quais 38% ainda são desconhecidas. Devido à grande biodiversidade desse Bioma, o cerrado é considerado um dos 25 “hotspots” globais – áreas prioritárias para a conservação da diversidade biológica do mundo (Mittermeier *et al.* 1999).

O cerrado *sensu lato* apresenta um mosaico de fitofisionomias, entre elas, campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto* (s.s.), e o cerradão, que é considerado como uma área de transição entre o cerrado e a floresta (Eiten, 1972; Coutinho,

2002; Durigan *et al.* 2004). Ainda segundo Eiten (1972) as matas ciliares, campos rupestres, campos úmidos, que ocorrem na região de domínio dos cerrados são consideradas como parte do mesmo. Muitas espécies ainda tem o sistema radicular com pelo menos 10 m de profundidade e mais de 50% do total da biomassa está alocada sob o solo (Sarmiento, 1983). Os solos são arenosos, ácidos, profundos e bem drenados, tem baixa disponibilidade de nutrientes e altos níveis de Al solúvel, resultado da aparência xeromórfica dessa vegetação (Franco, 2002; Haridasan, 2000, 2001).

Os cerrados são caracterizados por apresentar invernos secos, e verões chuvosos, que se concentram principalmente de outubro a março (Ribeiro & Walter 1998), sendo comuns queimadas durante esta estação (Franco, 2002). Assim, a sua vegetação é altamente resistente e adaptada ao fogo e seca (Coutinho, 1990). A precipitação média anual é de 1300 mm, mas pode chegar até 2000 mm (Rizzini, 1997). Historicamente, as áreas de cerrado sempre foram aquelas a serem desmatadas para ocupação agropecuária, em função de uma política pouco distributiva, voltada apenas ao aumento da produtividade de culturas agroindustriais de grandes mercados (Bitencourt & Mendonça, 2004; Carmo & Comitre, 2004; Coutinho, 1990). A agricultura de subsistência, a pecuária e a demanda de carvão vegetal como fonte de energia, além de madeira para mobiliário e construção civil também contribuem para o desmatamento desta vegetação (Ratter *et al.* 1997; Almeida *et al.* 1998; Barreira *et al.* 2002; Oliveira & Marquis, 2002).

O cerrado cobria originalmente, um quarto do nosso país (Blatt *et al.* 1998), estendendo-se desde a margem da floresta amazônica até áreas periféricas do sul dos estados de São Paulo e Paraná, ocupando mais de 20° de latitude e uma altitude de 1800 m em relação ao nível do mar, sendo que 700000 km² da área total do cerrado está dentro da Bacia Amazônica (Ratter *et al.* 1997). Em um estudo recente foi observado que dos 204 milhões de hectares originais, 55% já foram destruídos, o que equivale a uma área de 880.000 km² (Machado *et al.* 2004), dando lugar a diferentes paisagens antrópicas de quase três vezes a área desmatada na Amazônia brasileira (Klink & Machado, 2005). Machado *et al.* (2004) estimam que este bioma deverá estar totalmente destruído no ano de 2030, caso as tendências de ocupação continuem causando a atual perda anual de 2,2 milhões de hectares de áreas nativas. Desta maneira, o cerrado vem sendo assustadoramente devastado de forma desordenada, sem que estudos sobre a sua biologia, dinâmica regenerativa, manejo sustentável e economicidade

de suas espécies sejam aprofundados (Coutinho, 1990; Barreira *et al.* 2002; Carmo & Comitre, 2004).

No estado de São Paulo, o cerrado originalmente encontrava-se na região centro-norte e ocupava originalmente 14% de seu território, mas devido ao ritmo intenso e desordenado de ocupação, sua área original foi drasticamente reduzida (Bitencourt, 2004; Machado *et al.* 2004). No começo dos anos 90, o governo e as ONG's paulistas se mobilizaram no sentido de reduzir a retirada das espécies do cerrado, com a finalidade de buscar um modelo de desenvolvimento sustentável (Falcomer *et al.* 2001; Bitencourt, 2004), o que ainda era pouco, uma vez que apenas 1,5% das áreas de cerrado estavam protegidas por unidades governamentais de conservação (Coutinho, 1990; Leitão Filho, 1992). Após quase dez anos, em 11 de setembro de 2008 (o dia Nacional do cerrado), a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, demonstrou interesse em fazer leis mais severas para assegurar a preservação desse bioma e publicou uma resolução em que suspendia por seis meses qualquer tipo de retirada da vegetação do Cerrado. Em maio de 2009, a Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo aprovou a Lei de Proteção ao Cerrado, na qual foram feitas leis mais rígidas para se obter o licenciamento em intervenções nessas áreas. Qualquer tipo de intervenção foi proibida em áreas de Cerrado e Cerradão e, no entanto, as autoridades deixaram de lado as outras fitofisionomias – campo limpo, campo sujo e campo cerrado, que podem ser desmatadas sem qualquer aviso ou pedido às autoridades competentes. Vale ressaltar que este foi o primeiro Estado a tentar proteger com Leis esse bioma.

Atualmente, no estado de São Paulo, os remanescentes dessa vegetação cobrem menos de 1% e apresentam-se em formas de manchas dispersas, associadas a solos de baixa fertilidade, especialmente na Depressão Periférica e no Planalto Ocidental Paulista (Durigan *et al.* 2004; Mendonça, 2004). Leitão Filho (1992) comenta que apesar do estado de São Paulo ocupar área marginal à maioria das áreas de distribuição dos cerrados, ainda abriga uma considerável diversidade de espécies e, cerca de 34% do total listado refere-se a espécies arbóreas. Estudos têm demonstrado que as famílias e espécies mais representativas apresentam alguma variação dentro do estado (ver Bicudo, 1987; Leitão Filho, 1992; Durigan *et al.* 2002; Gomes *et al.* 2004; Campos *et al.* 2006), bem como nos diferentes estados do Brasil (ver Costa & Araújo, 2001). A fertilidade do solo tem sido considerada

como o fator principal na determinação de suas fitofisionomias, assim como a diferença no regime das águas e da declividade do solo (Oliveira-filho *et al.* 1989).

Segundo Gomes *et al.* (2004) e Campos *et al.* (2006), as famílias Leguminosae, Annonaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Sapindaceae, Vochysiaceae e Myrtaceae têm alta constância e grande riqueza específica nos remanescentes de cerrado do estado de São Paulo e, segundo Leitão Filho (1992) que listou 266 espécies pertencentes a 156 gêneros de 61 famílias, as famílias mais ricas em espécies são Myrtaceae (27), Melastomataceae (16), Caesalpinioideae (16), Leg. Faboideae (14) e Rubiaceae (14) e, de acordo com Durigan *et al.* (2002) que listaram 44 espécies (27 famílias) no estrato superior e 61 espécies (32 famílias) no estrato inferior, os gêneros mais ricos em espécies são *Acosmium*, *Styrax*, *Tabebuia*, *Campomanesia*, *Ocotea*, *Xylopia*, *Annona*, *Myrcia*, *Miconia*, *Eugenia*, *Erythroxylum*, *Byrsonima*, *Qualea*, *Symplocos* e *Vernonia*.

No município de Botucatu, estado de São Paulo, Bicudo (1987), identificou 101 espécies arbustivas e arbóreas em área de cerradão, sendo que as famílias mais representativas em espécies foram Myrtaceae (10), Asteraceae (9), Caesalpinioideae (7), Rubiaceae (7) e Erythroxylaceae, Vochysiaceae, Annonaceae com cinco espécies cada, e Bignoniaceae, Melastomataceae e Verbenaceae com quatro espécies cada. Em área de campo cerrado foram identificadas 69 espécies arbustivas e arbóreas, sendo mais representativas em espécies as famílias Asteraceae (9), Myrtaceae (9), Verbenaceae (5) e Annonaceae (4). Comuns aos dois ambientes foram encontradas cinquenta e cinco espécies arbustivas e arbóreas, sendo as famílias Asteraceae (7), Myrtaceae (6), Verbenaceae (4) e Annonaceae (4). Todas estas informações realçam a importância em conservar as poucas áreas remanescentes de cerrado no estado de São Paulo.

Apesar dos estudos sobre a vegetação do cerrado terem iniciado em 1892, por Warming, ainda são poucos os estudos sobre a anatomia do lenho das plantas deste bioma, principalmente com relação aos estudos macro e microscópicos do xilema secundário, sua funcionalidade, as interações planta-solo, diferenças estruturais que as espécies apresentam entre as fitofisionomias, e quais as estratégias apresentadas para que possam sobreviver nesse Bioma.

Os estudos relativos às descrições macroscópicas do xilema secundário e da superfície da casca são de grande importância na identificação taxonômica. A

identificação de espécies de cerrado utilizando chaves de identificação baseadas em características macroscópicas quase não ocorre, pois essas são escassas, e segundo Araújo (2009) tanto as características da superfície da casca, como a ocorrência de exsudato são alguns aspectos pouco utilizados nessas chaves.

Devido à alta diversidade de espécies que ocorrem em cerrado, a identificação anatômica das madeiras deste bioma, torna-se uma tarefa relativamente complicada. E para isso, a existência de xilotecas, laminotecas e livros ou artigos contendo tanto amostras da madeira quanto as descrições dessas espécies se faz fundamental, pois com elas temos referências para comparação e identificação. De acordo com Wheeler & Baas (1998) a identificação correta das espécies pode ajudar a prevenir corte de madeira nativa, que são protegidas por lei, para comercialização ilegal e exportação.

A identificação macroscópica do lenho é principalmente realizada através da observação de características como, padrão de distribuição do parênquima axial, arranjo de vasos, porosidade, entre outros (ver Metcalfe & Chalk, 1950; Carlquist, 1988). Segundo Ribeiro *et al.* (1999) e Maranhão *et al.* (2009), para a superfície da casca é observado coloração, disposição das lenticelas, fissuras, sulcos, entre outros. Além disso, a descrição da superfície da casca é de grande importância na identificação de árvores vivas (Maranhão *et al.* 2009), porém são brevemente relatadas e em poucos artigos. Segundo Ribeiro *et al.* (1999), essas descrições necessitam de sistematização quando comparados com as características anatômicas da madeira.

Os estudos sobre a anatomia ecológica da madeira vêm demonstrando que as variações ambientais e genéticas afetam as células presentes no lenho, estas variam em tamanho, forma, distribuição e quantidade, apresentando assim estratégias para melhorar a eficiência e/ou a segurança na condução (por exemplo, Baas & Carlquist, 1985; Carlquist, 1988; Carlquist & Hoekman, 1985; Ewers, 1985; Baas & Schweingruber, 1987; Lindorf, 1994; Klaassen, 1999; Dickison, 2000; Alves & Angyalossy-Alfonso, 2000, 2002; Lens *et al.* 2004; Luchi, 2004, 2005; Barros *et al.* 2006).

A movimentação de água e do armazenamento interno na madeira é um processo dinâmico, fortemente ajustado às flutuações das condições ambientais (Goldstein *et al.* 1998), sendo que a principal função do xilema é prover baixa resistência ao caminho contínuo para o transporte de água – solo-planta-atmosfera (Loepfe *et al.* 2007), bem como via

para o transporte de água a longa distância e como compartimento de armazenamento de água (Buchi *et al.* 2004). Suas propriedades determinam qual a quantidade de água que pode ser transportada e transpirada e, ao mesmo tempo, a vulnerabilidade da planta em relação às disfunções causadas pelo transporte – formação e propagação de embolismo, associadas aos fatores que causam estresse, como seca ou congelamento (Loepfe *et al.* 2007). Em busca da sobrevivência, e para ajustar o suprimento de água através do alburno, as plantas podem alterar as propriedades da madeira de formas distintas, relacionadas a fração ocupada pelo lume dos vasos no alburno; a frequência e largura de vasos, desde numerosos e estreitos à poucos e largos; e a área total de alburno suprindo uma dada unidade foliar (Zanne *et al.* 2010).

A resposta do desenvolvimento da planta em relação às condições e mudanças ambientais é o fator que determina a sobrevivência de uma espécie (Arnold & Mauseth, 1999). Segundo Dickison (2000), qualquer planta que esteja apta a sobreviver e reproduzir no seu ambiente está adaptada em algum grau ao ambiente em que vive. Os ajustes ou estratégias realizadas pelas plantas não são necessariamente excludentes entre si, esses podem alterar as combinações das células do xilema secundário, mas a contribuição relativa de cada combinação à condução para cada espécie ainda não é muito bem conhecida (Zanne *et al.* 2010).

Por isso, a maioria dos estudos ecológicos da madeira é focada principalmente na análise das características quantitativas do xilema secundário, sendo os qualitativos menos visados, não obstante, relatados (ver Alves & Angyalossy-Alfonso, 2000; Bissing, 1982; Baas, 1982). No geral, esses demonstram algumas estratégias que as espécies apresentam para sobreviver às adversidades e que os diferentes tipos de formas de vida, árvores e arbustos, fazem isso de forma diferente (ver Klaassen, 1999).

No geral, os trabalhos demonstram que camadas de crescimento são relacionadas à ambientes mais secos, que apresentam um período de seca e que em ambientes com climas mais homogêneos apresentam menor porcentagem dessa característica (Luchi, 2004; Aguillar-Rodríguez & Barajas-Morales, 2005; Marcati *et al.* 2006), corroborando com o observado por Worbes (1995), que estudando espécies tropicais observou que as camadas de crescimento eram formadas quando o ambiente apresentava pelo menos um período de seca anual que durava de 2 a 3 meses com precipitação abaixo de 60 mm.

As características relativas ao parênquima axial demonstram que o parênquima paratraqueal e em faixas ocorrem mais comumente nas regiões tropicais (Wheeler *et al.* 2007). Chimello & Mattos-Filho (1988, *apud* Alves & Angyalossy-Alfonso, 2002), observaram grande quantidade de parênquima em espécies de cerrado e caatinga, associando essa característica a qualidade e umidade do solo, que é ácida e oligotrófica no cerrado. Outros autores associaram a abundância de parênquima com ambientes mais secos (Fahn *et al.* 1986; Luchi *et al.* 2005).

As características de raios não mostram padrões definidos, nem tendências e não são comuns para nenhuma região geográfica (Alves & Angyalossy-Alfonso, 2002; Wheeler *et al.* 2007). No entanto, foram observadas tendências anatômicas peculiares a ambientes mais secos como, raios mais largos, altos e frequentes (Luchi, 2004; Den Outer & Van Veeneendal (1976, *apud* Voigt, 2009).

As características relacionadas à segurança e eficiência em ambientes secos são: maior frequência de vasos/mm² que daria uma maior segurança contra o embolismo; agrupamento de vasos, que aumentaria a proteção contra o embolismo; maior incidência das placas de perfuração múltiplas que auxiliaria na dissolução das bolhas de ar que eventualmente possam se formar quando ocorre o embolismo em épocas de menor disponibilidade de água; e placas de perfuração simples nos elementos de vaso que podem refletir vantagens na otimização do transporte de água (Lindorf 1994; Schulte, 1999; Dickison, 2000; Carlquist, 1988; Alves & Angyalossy-Alfonso, 2000, 2002).

O comprimento e a espessura da parede das fibras têm sido relacionados às diferentes condições ambientais, sendo paredes espessas associadas com ambientes mais secos e fibras de paredes finas em climas homogêneos (Fahn *et al.* 1986; Alves & Angyalossy-Alfonso, 2002; Luchi, 2004; Luchi *et al.* 2005; Aguilar-Rodríguez & Barajas-Morales, 2005). Em relação as pontoações, as fibras com pontoações areoladas têm baixa incidência nas espécies tropicais (Wheeler *et al.* 1991) e essas são vistas como um sistema subsidiário de transporte de água no caso de embolismo para espécies que apresentam vasos exclusivamente solitários (Baas & Schweingruber, 1987; Carlquist, 1988). Wheeler *et al.* (2007) e Carlquist (1988) observaram presença de grande quantidade de fibras septadas em espécies que apresentavam parênquima paratraqueal escasso, assumindo que este poderia substituir a função do parênquima como tecido de reserva (Carlquist, 1988). Por sua vez,

Alves & Angyalossy-Alfonso (2000, 2002) estudando mais de 400 espécies tropicais, observaram grande quantidade de parênquima axial associado com as fibras septadas em ambientes mais quentes, com alta taxa fotossintética, o que segundo as autoras, possibilitaria um grande potencial de mobilização e armazenamento de metabólitos.

Trabalhos sobre tendências ecológicas mostram que as características de xeromorfismo são indicadas pela presença de alta frequência de vasos por mm², vasos mais estreitos e curtos, tipo de placa de perfuração, presença de traqueídes vasicêntricas ou vasculares, ocorrência de espessamento espiralado nas paredes dos elementos de vaso, pontuações intervasculares pequenas e presença de camadas de crescimento bem definidas (Carlquist & Hoekman, 1985; Baas & Carlquist 1985; Lindorf, 1994), sendo isso, segundo os mesmo autores, atribuído tanto à diversidade florística do local quanto às diferentes adaptações para a segurança, eficiência e condução de água no xilema secundário e resistência à seca nos diferentes taxa. Importante observar que grande parte das tendências ecológicas já aceitas está de acordo com correlações previamente estabelecidas, mas o grau da adaptação relacionado ao gradiente ecológico pode diferenciar consideravelmente entre os grupos de plantas (Lens *et al.* 2004).

No Brasil, os primeiros trabalhos que consolidaram a importância dos estudos anatômicos do xilema secundário das espécies de cerrado foram principalmente de caráter descritivo (ver Beiguelman, 1962a, 1962b; Pinho, 1966; Araújo & Araújo-Filho, 1973; Paviani, 1978; Pinho & Camargo, 1979).

Trabalhos relacionados à anatomia ecológica e comparada do lenho de espécies do cerrado fazem comparações de características quantitativas e qualitativas em relação ao clima e aos órgãos das plantas (caule, ramo e raiz). No geral, foi observado nesses estudos, presença de elementos de vaso em grande número e de diâmetro pequeno, o que poderia indicar mecanismos de adaptação para garantir uma melhor eficiência ao fluxo hídrico, além da presença de fibras gelatinosas, que serviriam para reserva de água num ambiente como o cerrado (Pinho *et al.* 1992; Machado *et al.* 1997; Paviani, 1978; Machado *et al.* (1997) estudando a espécie *Styrax camporum*, concluíram que a ocorrência; Paviani (1978) observou a presença de fibras gelatinosas em espécies de cerrado, o que a autora considerou servir para reserva de água num ambiente como o cerrado; e Voigt, 2009).

Os estudos comparativos do xilema secundário entre espécies de cerrado e outras formações florestais mostram que as principais diferenças observadas são as quantitativas, como por exemplo: diâmetro, comprimento e frequência de vasos; altura, largura e frequência de raios; e diâmetro de pontoações inter e raio-vasculares (Mina-Rodrigues, 1986; Pereira 1990; Ceccantini, 1996; Marcati *et al.* 2001; Machado *et al.* 2007). Já, as características qualitativas são pouco relatadas, no geral foram observadas maior demarcação nas camadas de crescimento e maior quantidade de fibras gelatinosas em espécie de cerrado (Ceccantini, 1996; Marcati *et al.* 2001).

Considerando que o cerrado é segundo maior bioma do país em área, a savana mais rica em biodiversidade, além de uns dos 25 hotspots globais, este trabalho teve como objetivo estudar as características anatômicas do lenho de espécies de cerrado como continuidade do trabalho de Mestrado já realizado por Oliveira (2006). No trabalho de Oliveira, foram estudadas 48 espécies ocorrentes em cerrado *sensu stricto* (s.s.) e cerradão da Reserva Particular de Pratânia e observou-se que as características anatômicas predominantes nestas espécies são as comumente encontradas nas espécies da flora brasileira, como: vasos com porosidade difusa e agrupamento em solitários e múltiplos; placas de perfuração exclusivamente simples; diâmetro tangencial dos vasos até 100µm; frequência média de vasos (20 a 40 vasos/mm²); elemento de vaso com comprimento $\geq 350\mu\text{m}$; fibras com pontoações diminutas à simples; fibras finas a espessas; e parênquima axial paratraqueal. O presente estudo realizou uma análise mais ampla com um número maior de espécies ocorrentes nas diferentes fitofisionomias (cerrado s.s., cerradão e zona ripária), levando em conta características edáficas e climáticas das áreas de estudo, o que permitiu avaliar com maior segurança as características de valor ecológico e observar uma tendência geral para as espécies do cerrado *sensu lato* paulista.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Estudar a anatomia da madeira de 97 espécies arbustivas e arbóreas que ocorrem em áreas de cerrado *sensu lato* do estado de São Paulo.

2.2. Específicos

- Caracterizar macro e microscopicamente o xilema secundário e a morfologia externa da casca de 97 espécies arbustivas e arbóreas que ocorrem em cerrado *sensu stricto*, cerradão e zona ripária;
- Identificar padrões comuns e peculiaridades estruturais do xilema secundário entre as espécies nas diferentes fitofisionomias, procurando mostrar uma tendência geral para as espécies que ocorrem no bioma cerrado;
- Analisar comparativamente as características da anatomia da madeira de 11 espécies que ocorrem simultaneamente em cerrado *sensu stricto* e zona ripária, bem como, associar as possíveis diferenças observadas com as condições ambientais dessas duas fitofisionomias do cerrado *sensu lato*.

**3. *Capítulo 1* - CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA DO LENHO E
CASCA DE ESPÉCIES DO CERRADO PAULISTA**

**SONSIN, JULIA OLIVEIRA; CAUM, CAROLINE; KOCK, KAUANA
BORGES; MARCATI, CARMEN REGINA**

3.1. RESUMO

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA DO LENHO E CASCA DE ESPÉCIES DO CERRADO PAULISTA. Botucatu, 2010. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Os estudos macroscópicos do lenho de espécies de cerrado são escassos, porém essenciais, uma vez que podem facilitar na identificação tanto de madeira apreendida quanto de espécies no campo. O uso adicional das características da morfologia externa da casca são importantes na identificação taxonômica de árvores vivas. Assim, neste estudo foi caracterizada a anatomia macroscópica da madeira, bem como a morfologia externa da casca de 96 espécies que ocorrem em cerrado *sensu stricto*, cerradão e zona ripária, de um remanescente de cerrado *sensu lato* (s.l.) no estado de São Paulo. As características da morfologia externa da casca, a presença de exsudatos e a cor interna da casca nas espécies do cerrado s.l. foram de grande valia, especialmente quando aliadas às características anatômicas macroscópicas como, arranjo de vasos, padrão de parênquima axial, largura de raios (TR) e estratificação de raios, pois facilitaram a separação das espécies em uma mesma família, principalmente espécies que pertencem ao mesmo gênero.

Palavras-chave: anatomia macroscópica da madeira, cerrado *sensu lato*, chave de identificação, superfície da casca.

3.2. SUMMARY

MACROSCOPIC ANATOMICAL CHARACTERIZATION OF THE SECONDARY XYLEM AND BARK OF CERRADO PAULISTA SPECIES. Botucatu, 2010. Thesis (Doctorate in Forest Science) – Faculty of Agronomical Sciences, Universidade Estadual Paulista. Macroscopical studies of cerrado species are scarce, though essential, mostly because it can facilitate in both identification of apprehended wood and on the field. The additional use of external bark morphology characteristics are of great importance in taxonomic identification of living trees. Therefore, in this study we characterized the macroscopical wood anatomy and the bark surface of 96 species that occurs in cerrado *sensu stricto*, cerradão and the riparian zone in a remnant of cerrado *sensu lato* (s.l.) of São Paulo State. Bark surface features, presence of exudates and bark internal colour in cerrado species was of great value, especially when allied to macroscopic features such as vessel arrangement, axial parenchyma pattern, ray width (TR) and storied rays, as they facilitate separation of species within a family and, mostly species from the same genus.

Key words: bark surface, cerrado *sensu lato*, identification key, macroscopy wood anatomy.

3.3. INTRODUÇÃO

Devido às típicas condições edáficas e climáticas altamente restritivas, o cerrado *sensu lato* (s.l.) apresenta uma flora peculiar, com cerca de 7000 espécies vegetais (Durigan, 2003), ainda 44% delas são endêmicas (Oliveira & Marquis, 2002). Este bioma é considerado uns dos 25 “hotspots” globais (Mittermeier *et al.* 1999), e a savana mais rica em biodiversidade do mundo (Oliveira & Marquis, 2002), contudo, pouco se faz para conter o grande desmatamento destas áreas.

Em vista da alta diversidade e da importância deste bioma, ainda são poucos os estudos sobre a anatomia do lenho das plantas deste bioma, principalmente com relação a estudos macroscópicos que auxiliam na identificação das taxa em campo. Neste sentido, temos os trabalhos de Mainieri (1983) que estudou as características anatômicas macroscópicas de cerca de 270 espécies de madeiras brasileiras, sendo algumas de cerrado, a fim de facilitar sua identificação, e Marcati *et al.* (2006) que estudaram 48 espécies representativas do cerrado do estado de São Paulo, caracterizando macro e microscopicamente os anéis de crescimento no lenho.

A caracterização macroscópica do lenho de espécies é de grande importância, pois pode ser utilizada como uma ferramenta para identificação de espécies em campo, além de auxiliar na identificação de espécies que são protegidas por lei – na prevenção do corte de madeira nativa para comercialização ilegal e exportação (ver Wheeler & Baas, 1998). O uso das características anatômicas macroscópicas da madeira e da morfologia externa da casca é relativamente fácil e rápido para os profissionais com prática que podem utilizar apenas uma lupa do tipo conta-fios de 10x de aumento, e esta técnica é de grande serventia por ser confiável.

A descrição da morfologia externa da casca com características como coloração, disposição das lenticelas, fissuras, sulcos, entre outras é pouco utilizada, estando presente em apenas alguns trabalhos mesmo sendo de grande importância na identificação taxonômica de árvores vivas (Ribeiro *et al.* 1999; Maranhão *et al.* 2009). Tanto a morfologia externa da casca quanto a ocorrência de exsudatos são alguns aspectos importantes, mas pouco utilizados em chaves de identificação taxonômica (Araújo 2009), sendo que o atual interesse nos estudos da casca se deve, entre outros motivos, ao auxílio na identificação e separação de espécies, bem como na análise e identificação de extrativos que estão presentes muitas vezes em grande quantidade (ver Angyalossy-Alfonso & Richter, 1991; Soffiatti & Angyalossy-Alfonso, 1999; Maranhão *et al.* 2009).

Diante da necessidade de se conhecer a anatomia macroscópica caulinar de espécies lenhosas do cerrado *s.l.*, bem como se obter a descrição da morfologia externa da casca dessas espécies com a principal finalidade de auxiliar a identificação destas plantas em campo, este trabalho teve como objetivo caracterizar macroscopicamente o lenho, além de descrever as características da morfologia externa da casca de espécies arbustivas e arbóreas de diferentes fitofisionomias do cerrado (cerrado *sensu stricto*, cerradão e zona ripária). Com base nos resultados obtidos foi elaborada uma chave de identificação.

3.4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Reserva Particular de Cerrado “Palmeira da Serra”, com cerca de 180 ha localizada na Fazenda “Palmeira da Serra”, município de Pratânia

(Tabela 1), região centro-oeste do estado de São Paulo (Figura 1 – os mapas foram montados pelo software DIVA-GIS).

Tabela 1. Caracterização da área de cerrado *sensu lato*, localizado no município de Pratânia – SP.

Área	Cerrado <i>sensu stricto</i>	Cerradão	Zona ripária
Coordenadas geográficas	22° 82' 01,8" S e 48° 74' 02,6" W	22° 82' 97,0" S e 48° 75' 05,5" W	22° 80' 99,0" S e 48° 74' 06,4" W
Altitude (m)	715	716	715
Caracterização da vegetação	Estrato arbustivo e arbóreo mais disperso, baixo e de aspecto xeromórfico, casca geralmente espessa, folhas coriáceas e uma vegetação baixa constituída por gramíneas que recobrem o solo.	Menor quantidade de arbustos, as árvores são mais altas que no cerrado, de 8 a 15 metros, também de aspecto xeromórfico, e é visto como uma área de transição entre a floresta e o cerrado s.s.	Ocorre ao longo de rios de pequeno porte na região de cerrado e a lâmina d'água permanece mesmo no período de seca, é caracterizada por árvores altas em média de 20 a 30 m, também com pouca quantidade de arbustos.

Tabela 2. Análise química do solo de um fragmento de cerrado, localizado no município de Pratânia – SP (adaptado de Milanez, 2007). 1 = cerrado s.s.; 2 = zona ripária; 3 = cerradão.

Amostras	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P _{resina} mg/dm ³	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
							mmol _c /dm ³					mg/dm ³
1	3,9	22	5	14	63	0,9	2	2	5	68	7	10
2	3,9	22	4	14	52	0,5	1	1	3	55	5	1
3	4,2	17	3	10	40	0,5	1	2	3	43	7	3

Tabela 3. Variáveis climáticas da área de cerrado *sensu lato*, localizado no município de Pratânia – SP. Os parâmetros climáticos foram obtidos pelo software DIVA-GIS, como descrito por Hijmans *et al.* 2005.

Dados climáticos	Área de estudo		
	ZR	Ce	Cd
Temperatura média anual (°C)	19,9	19,9	19,9
Temperatura máxima do mês mais quente (°C)	28,5	28,5	28,6
Temperatura mínima do mês mais frio (°C)	9,5	9,5	9,5
Média da temperatura anual (°C)	19	19	19,1
Precipitação anual (mm)	1306	1306	1299
Precipitação do mês mais úmido (mm)	227	227	224
Precipitação do mês mais seco (mm)	31	31	31

Foram coletadas 96 espécies arbustivas e arbóreas, pertencentes a 47 famílias ocorrentes em cerrado s.s. (Ce), cerradão (Cd) e zona ripária (ZR) (Tabela 4), por caminhadas aleatórias. Amostras de 48 espécies estudadas previamente, na dissertação de mestrado (Oliveira, 2006), foram incluídas na listagem da Tabela 1 com o propósito de aumentar o número de espécies para as análises estatísticas. A classificação das famílias seguiu o APGIII, 2009.

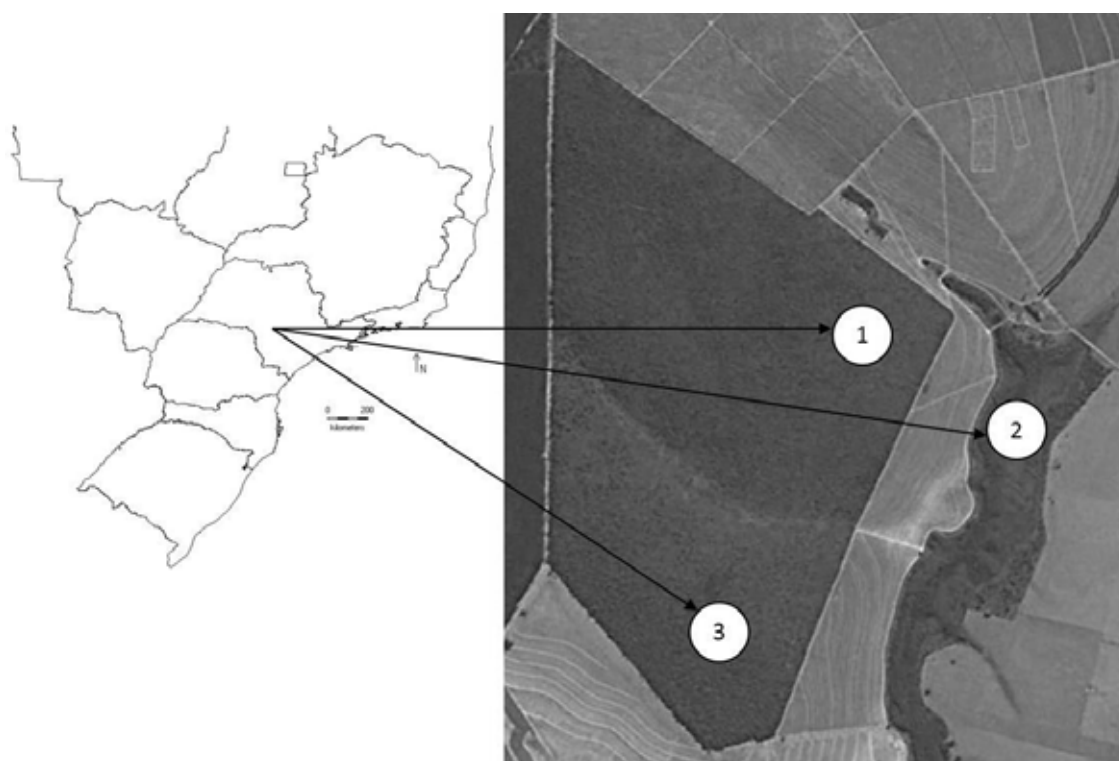


Figura 1. Mapa demonstrativo da área de estudo. 1 – Cerrado; 2 – Cerradão; 3 – Zona ripária.

As análises foram conduzidas nos ramos mais desenvolvidos dos caules por restrições ao uso de métodos destrutivos em área de reserva. Discos de aproximadamente 3 cm de espessura foram obtidos da porção basal destes ramos. As amostras foram armazenadas em álcool 70% para evitar o ataque de agentes xilófagos. O hábito das espécies seguiu a classificação de Ribeiro *et al.* (1999), com adaptações: arbusto; árvore pequena (semelhante ao arbusto em tamanho, mas com apenas um tronco principal); árvore (com um tronco e copa bem desenvolvidos); e árvore alta (emergentes, com a copa acima do dossel). Os materiais botânicos foram coletados para a confirmação taxonômica das espécies e exsiccatas preparadas e depositadas no Herbário “Irina Delanova de Gemtchujnicov” (BOTU)

do Instituto de Biociências (IB). As amostras do lenho foram depositadas na Xiloteca “Maria Aparecida Mourão Brasil” (BOT_w) da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da UNESP, Campus de Botucatu.

Tabela 4. Espécies estudadas em cerrado *s.l.* paulista. BOT_w = número na Xiloteca; Amb = ambiente; Hab = hábito; H = Altura (m); CAP = Circunferência à altura do peito (cm); ZR = zona ripária; Cd = cerradão; Ce = cerrado *s.s.*; A = árvore; AP = árvore pequena; Arb = arbusto; AA = árvore alta.

N	BOT _w	Família	Espécies	Amb	Hab	H (m)	CAP (cm)
1	1948	Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	ZR	A	6,5	27
	1951			Cd	A	3,0	20
2	1952		<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	ZR	A	4,5	17
	1965			Ce	A	1,7	10
3	1322	Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	Ce	AP	3,3	53
4	1506		<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Ce	AP	3,5	20
5	1954	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosa</i> Mart.	Ce	A	12	14
6	1958		<i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i> A. DC.	ZR	A	9,0	35
	1629			Ce	A	6,0	32
7	1959	Aquifoliaceae	<i>Ilex theazans</i> var. <i>acrodonta</i> Loes.	ZR	A	6,5	25
8	1962	Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatum</i> (DC.) Decne. & Planch.	ZR	A	2,0	14
9	1963		<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi	ZR	A	5,5	27
	1324			Ce	A	3,5	47
10	1966	Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Ce	Arb	4,0	12
11	1964		<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	ZR	Arb	2,7	10
12	1325		<i>Gochnatia barrosii</i> Cabrera	Ce	Arb	2,5	25
13	1967		<i>Gochnatia polimorpha</i> (Less.) Cabrera	ZR	A	6,5	27
	1985			Cd	A	5,5	38
14	1565		<i>Piptocarpha rotundifolia</i> Baker	Ce	A	2,0	30
15	2020	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i> Benth & Hook. f. ex S. Moore	Ce	A	5,8	52
16	1968		<i>Zeyheria montana</i> Mart.	Ce	Arb	3	15
17	1568	Bombacaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	Ce	A	3,5	27
18	1971	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> L. Marchand	ZR	A	3,5	10
19	1567	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Ce	A	2,3	15
20	1974	Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trecúl	ZR	A	4,0	11
21	1975	Celastraceae	<i>Austroplenckia populnea</i> Reissek Lundell	Ce	A	2,0	12
22	2034	Chrysobalanaceae	<i>Couepia grandiflora</i> Benth.	Ce	A	3,2	37
23	1333		<i>Licania tomentosa</i> Fritsch.	Cd	A	2,1	20
24	1976	Clusiaceae	<i>Clusia criuva</i> Cambess.	ZR	A	2,7	14
25	1334		<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	Ce	A	2,3	43
26	1335	Combretaceae	<i>Terminalia brasiliensis</i> Raddi ex Steud.	Cd	A	1,7	10
27	1978	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch. var. <i>suberosus</i>	Ce	Arb	2,0	17
28	1980	Cunnoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Ce	A	3,2	15
29	1525	Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	Ce	AP	2,5	14

30	1983	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St. -Hil	Cd	Arb	2,5	13
31	1985		<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St. -Hil	Ce	Arb	2,5	12,5
32	1337		<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St. -Hil	Ce	Arb	1,5	20
33	2024	Euphorbiaceae	<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Ce	Arb	1,8	16
34	1988		<i>Pera glabrata</i> (Schott.) Bail.	ZR	A	2,7	11
	1579			Ce	AA	4,5	17
35	1570	Fabaceae - Caesalpinioideae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Cd	AA	6,5	51
36	1990		<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	ZR	AP	4,5	25
	1351			Ce	AP	3,2	30
37	2180	Fabaceae - Cercideae	<i>Bauhinia rufa</i> Steud.	Ce	Arb	2,5	13
38	1998	Papilionoideae	<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakovlev	ZR	AP	4,2	30
	2044			Ce	AP	3,3	40
39	1340		<i>Bowdichia virgiloides</i> Kunth	Ce	AA	3,5	37
40	1993	Papilionoideae	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Cd	A	5,0	61
41	1995		<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Ce	A	3,5	26
42	1341		<i>Machaerium villosum</i> Vogel	Ce	AA	4,5	40
43	1996	Fabaceae-Mimosoideae	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Cd	A	5,0	40
44	2045		<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	Cd	AA	10,5	69
45	2000		<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	ZR	A	6,0	38
	1537			Ce	AP	4,5	47
46	2002	Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Ce	A	1,0	12
47	2005	Lacistemataceae	<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	Ce	Arb	3	20
48	1343	Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	Ce	A	3,0	20
49	1556		<i>Ocotea corymbosa</i> Mez	Ce	A	4,5	30
50	2046		<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	ZR	AA	3,5	12,5
51	2006		<i>Ocotea</i> sp.1	ZR	A	3,5	48
52	2048		<i>Ocotea</i> sp. 2	Cd	A	6,5	60
53	2007		<i>Persea venosa</i> Nees & Mart.	ZR	A	6,5	22
54	2008	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St. -Hil	Cd	A	4	14
55	2011	Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A. St. -Hil	ZR	A	7,5	32
56	2012	Magnoliaceae	<i>Talauma ovata</i> A. St. -Hil	ZR	A	6,2	25
57	1345	Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i> A. Juss.	Ce	AP	4,5	46
58	1572		<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Ce	AP	3,2	30
59	1575		<i>Byrsonima verbascifolia</i> Rich. ex Juss.	Ce	AP	4,5	40
60	1348	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw) Steud.	Ce	Arb	1,8	20
61	2016		<i>Miconia chamissois</i> Naudin	ZR	Arb	2,0	12
62	2183		<i>Miconia fallax</i> DC.	Ce	AP	2,1	10
63	1551		<i>Miconia ligustroides</i> Naudin	Ce	AP	2,3	10
64	2184		<i>Miconia theazans</i> (Bonpl.) Cogn.	ZR	AP	3,2	22
65	2017		<i>Microlepis oleaefolia</i> (DC.) Triana	ZR	Arb	1,75	9,0
66	2021		<i>Tibouchina stenocarpa</i> Cogn.	ZR	A	3,0	27
	1633			Ce	A	2,0	10
67	2024	Monimiaceae	<i>Siparuna cujabana</i> (Mart.) A. DC.	ZR	A	2,1	8,0
	2022			Ce	A	5,0	15
68	2025	Moraceae	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	ZR	A	2,5	14
69	2028	Myrsinaceae	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	ZR	A	3,1	13
	2160			Cd	A	4,0	23
70	1353	Myrtaceae	<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez.	Ce	A	3,5	22
71	2165		<i>Campomanesia pubescens</i> O. Berg	Ce	Arb	2,1	16
72	2186		<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	Ce	Arb	2,5	24
73	2188		<i>Eugenia rigida</i> DC.	Ce	Arb	2,5	10

74	2029		<i>Myrcia bella</i> Cambess.	Cd	A	4,0	54
	2167			Ce	A	2,5	18
75	1632		<i>Myrcia lingua</i> (O.Berg.) Mattos	Ce	A	3,0	21
76	2168	Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	Ce	A	3,0	34
77	1354	Ochnaceae	<i>Ouratea spectabilis</i> Engl.	Ce	A	3,0	25
78	1355	Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Ce	AP	1,7	15
79	1356		<i>Alibertia concolor</i> (Cham.) K. Schum.	Ce	Arb	1,5	12
80	1630	Rubiaceae	<i>Guetarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	Ce	A	4,0	20
81	2190		<i>Tocoyena Formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	Cd	A	1,75	10
	2036			ZR	A	4,0	17
82	1560	Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Ce	A	3,5	16
83	1358	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> Radlk.	Cd	A	4,0	33
84	1553		<i>Styrax camporum</i> Pohl.	Ce	AP	4,8	31
85	1360		<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Ce	AP	3,1	24
86	2037	Styracaceae	<i>Styrax latifolium</i> Pohl	ZR	A	11	41
87	2039		<i>Styrax martii</i> Seub.	ZR	A	4,2	14
88	1627	Symplocaceae	<i>Symplocos pubescens</i> Klotzsch ex Benth.	Cd	A	3,0	13
89	1361	Tiliaceae	<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	Cd	A	2,5	22
90	1362	Verbenaceae	<i>Aeghiphila sellowiana</i> Cham.	Ce	A	4,3	35
91	1363		<i>Qualea dichotoma</i> Warm. ex Wille	Cd	AA	4,3	30
92	1531		<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Ce	A	4,3	25
93	1365		<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Ce	A	3,5	44
94	2177	Vochysiaceae	<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl.	Ce	A	5,0	76
95	1367		<i>Vochysia rufa</i> Mart.	Ce	AA	4,5	60
96	2041			ZR	A	14	88
	2178		<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Ce	A	4,5	72

A análise macroscópica do lenho foi realizada em secções transversais de amostras que foram polidas manualmente com uma série de lixas, desde as secas (100 e 150) até as lixas d'água (220, 320, 400, 600 e 1200) e as secções longitudinais tangenciais devidamente orientadas com o auxílio de navalhas.

A estrutura anatômica do lenho foi descrita atendendo às normas da Copant (1974) e Coradin & Muñoz (1992). As análises qualitativas e quantitativas do lenho foram feitas observando a anatomia do lenho. No plano transversal foram observadas as características: camadas de crescimento; parênquima axial (visibilidade, disposição); raios (visibilidade, largura, frequência); vasos (visibilidade, frequência, porosidade, arranjo, agrupamento). E no plano longitudinal tangencial: visibilidade e estratificação dos raios.

Os dados de frequência de vasos são apresentados da seguinte forma: média; S = desvio padrão. As análises quantitativas de diâmetro e frequência de vasos, altura,

largura e frequência de raios foram realizadas ao estereomicroscópio Olympus SZX7 em aumento de 10x nas secções polidas. As fotomacrografias foram tiradas com uma câmera digital Sony.

O número de repetições das análises quantitativas foi baseado em 10 contagens individuais e checkou-se o número mínimo necessário, seguindo Freese (1967) e Eckblad (1991), com a seguinte fórmula:

$$n = \frac{t^2 s^2}{E^2}$$

Sendo:

t = valor tabelado do t de student;

s² = variância calculada na amostragem inicial;

E = precisão desejada = LE. $\bar{x}$

LE = limite de erro = 10% ou 0,1.

A terminologia utilizada para camadas de crescimento foi:

- Distintas - visualizadas em todo o disco de madeira;
- Bem definidas - cujas delimitações são bem demarcadas, fáceis de observar e estão presentes em toda a circunferência;
- Mal definidas - cujas delimitações não são bem demarcadas em toda a circunferência, dificultando a observação das mesmas;
- Regulares - as camadas de crescimento apresentam aproximadamente mesmas larguras ao longo do raio;
- Irregulares - as camadas de crescimento apresentam larguras diferentes ao longo do raio; e
- Indistintas - não visualizadas no disco de madeira.

A descrição da morfologia externa da casca foi realizada a olho nu, com material fresco na área de estudo e com material desidratado. Para esta análise seguiu-se as recomendações e a terminologia utilizada por Ribeiro *et al.* (1999).

Espécie	Área de coleta	Fissuras																			
		Estrias	Estrias com lenticelas dispersas	E em placas	Rasas com cristas planas	Rasas com cristas convexas	Rasas com cristas agudas	Com cristas planas e convexas	Com cristas agudas	E fendas com cristas agudas	Com cristas côncavas	Com cristas agudas e convexas	Com cristas convexas	Com cristas convexas e agudas	Com cristas convexas e planas	Com cristas planas	Com cristas agudas	Áspera	Em placas	Rugosa	Rugosa com lenticelas dispersas
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	CE	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Baccharis trimera</i>	ZR	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gochnatia barrosii</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gochnatia polymorpha</i>	ZR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gochnatia polymorpha</i>	CD	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-
<i>Tabebuia aurea</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zeyheria montana</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eriotheca gracilipes</i>	CE	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protium heptaphyllum</i>	ZR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
<i>Caryocar brasiliense</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
<i>Cecropia pachystachya</i>	ZR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-
<i>Austroplenckia populnea</i>	CE	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Couepia grandiflora</i>	CE	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Licania tomentosa</i>	CD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clusia criuva</i>	ZR	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kielmeyera rubriflora</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
<i>Terminalia brasiliensis</i>	CD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
<i>Connarus suberosus</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lamanonia ternata</i> (Fig. 3)	CE	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diospyros hispida</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-
<i>Erythroxylum deciduum</i>	CD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erythroxylum suberosum</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pera glabrata</i>	ZR	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pera glabrata</i>	CE	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Copaifera langsdorffii</i>	CD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-
<i>Dimorphandra mollis</i>	ZR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
<i>Dimorphandra mollis</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
<i>Bauhinia rufa</i>	CE	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acosmium subelegans</i>	ZR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acosmium subelegans</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bowdichia virgiloides</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dalbergia miscolobium</i>	CD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-
<i>Machaerium acutifolium</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-
<i>Machaerium villosum</i>	CE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-
<i>Platypodium elegans</i>	CD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-

Tabela 6. Descrição das camadas de crescimento (CC) e seus marcadores das espécies da zona ripária (ZR), cerrado (Cd) e cerrado *sensu stricto* (Ce). * = Presente; - = Ausente.

Espécie	Área de coleta	CC presentes	Bem definidas	Mal definidas	Indistinta	Irregular	Regular	Zonas fibrosas	Linhas/faixas de parênquima marginal	Maior quantidade de vasos no limite da CC	Porções de floema interxilemático alinhados tangencialmente	Aproximação das linhas de parênquima axial
<i>Lithraea molleoides</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Lithraea molleoides</i>	Cd	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Tapirira guianensis</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Tapirira guianensis</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Annona coriacea</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Annona crassiflora</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Aspidosperma tomentosa</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i>	ZR	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Ilex theazans</i>	ZR	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Dendropanax cuneatum</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Schefflera vinosa</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Schefflera vinosa</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Baccharis trimera</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Gochnatia barrosii</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Gochnatia polimorpha</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Gochnatia polimorpha</i>	Cd	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Fig. 8)	Ce	*	*	-	-	-	*	-	*	-	-	-
<i>Tabebuia aurea</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Zeyheria montana</i> (Fig. 7)	Ce	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Eriotheca gracilipes</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Protium heptaphyllum</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Caryocar brasiliense</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Cecropia pachystachya</i>	ZR	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Austroplenkia populnea</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Couepia grandiflora</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Licania tomentosa</i>	Cd	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Clusia criuva</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Kielmeyera rubriflora</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Terminalia brasiliensis</i>	Cd	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Connarus suberosus</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Lamanonia ternata</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-

Espécie	Área de coleta	CC presentes	Bem definidas	Mal definidas	Indistinta	Irregular	Regular	Zonas fibrosas	Linhas/faixas de parênquima marginal	Maior quantidade de vasos no limite da CC	Porções de floema interxilemático alinhados tangencialmente	Aproximação das linhas de parênquima axial
<i>Diospyros hispida</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Erythroxylum deciduum</i>	Cd	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Erythroxylum suberosum</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Pera glabrata</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Pera glabrata</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Cd	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Dimorphandra mollis</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Dimorphandra mollis</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Bauhinia rufa</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Acosmium subelegans</i>	ZR	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Acosmium subelegans</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Bowdichia virgiloides</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Cd	*	-	*	-	-	*	*	-	-	-	-
<i>Machaerium acutifolium</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Machaerium villosum</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Platypodium elegans</i>	Cd	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Anadenanthera falcata</i>	Cd	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Casearia sylvestris</i>	Ce	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lacistema hasslerianum</i>	Ce	*	*	-	-	-	*	*	-	-	-	-
<i>Nectandra sp</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Ocotea corymbosa</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Ocotea pulchella</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Ocotea sp. 1</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Ocotea sp. 2</i>	Cd	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Persea venosa</i>	ZR	*	*	-	-	*	-	-	-	*	-	-
<i>Strychnos pseudoquina</i> (Fig. 10)	Cd	*	-	*	-	*	-	-	-	-	*	-
<i>Lafoensia pacari</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Talauma ovata</i>	ZR	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Byrsonima basiloba</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	Ce	*	*	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Miconia albicans</i>	Ce	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-

Espécie	Área de coleta	CC presentes	Bem definidas	Mal definidas	Indistinta	Irregular	Regular	Zonas fibrosas	Linhas/faixas de parênquima marginal	Maior quantidade de vasos no limite da CC	Porções de floema interxilemático alinhados tangencialmente	Aproximação das linhas de parênquima axial
<i>Miconia chamissois</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Miconia fallax</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Miconia ligustroides</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Miconia theazans</i>	ZR	*	*	-	-	-	*	*	-	-	-	-
<i>Microlepis oleaefolia</i> (Fig. 9)	ZR	*	*	-	-	-	*	-	-	*	-	-
<i>Tibouchina stenocarpa</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	-
<i>Tibouchina stenocarpa</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	-
<i>Siparuna cujabana</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Siparuna cujabana</i> (Fig. 6)	Ce	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Ficus guaranitica</i>	ZR	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rapanea ferruginea</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Rapanea ferruginea</i>	Cd	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Rapanea umbellata</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Campomanesia pubescens</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Eugenia bimarginata</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Eugenia rigida</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Myrcia bella</i>	Cd	*	*	-	-	*	-	*	-	*	-	-
<i>Myrcia bella</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Myrcia lingua</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Guapira noxia</i>	Ce	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ouratea spectabilis</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Roupala montana</i> (Fig. 11)	Ce	*	-	*	-	*	-	-	-	-	-	*
<i>Alibertia concolor</i>	Ce	*	*	-	-	-	*	-	*	-	-	-
<i>Guetarda virbunoides</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Tocoyena formosa</i>	Cd	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	ZR	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Pouteria torta</i>	Cd	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Styrax camporum</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Styrax ferrugineus</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Styrax latifolium</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Styrax martii</i>	ZR	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Symplocos pubescens</i>	Cd	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Luehea grandiflora</i>	Cd	*	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Aeghiphila sellowiana</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-
<i>Qualea dichotoma</i>	Cd	*	-	*	-	*	-	-	*	-	-	-

Espécie	Área de coleta	CC presentes	Bem definidas	Mal definidas	Indistinta	Irregular	Regular	Zonas fibrosas	Linhas/faixas de parênquima marginal	Maior quantidade de vasos no limite da CC	Porções de floema interxilemático alinhados tangencialmente	Aproximação das linhas de parênquima axial
<i>Qualea grandiflora</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Qualea multiflora</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	*	-	-	-
<i>Vochysia cinnamomea</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	*	-	-	-
<i>Vochysia rufa</i>	Ce	*	*	-	-	*	-	-	*	-	-	-
<i>Vochysia tucanorum</i>	ZR	*	-	*	-	*	-	*	*	-	-	-
<i>Vochysia tucanorum</i>	Ce	*	-	*	-	*	-	*	*	-	-	-

Tabela 7. Descrição dos tipos de parênquima axial das espécies da zona ripária (ZR), cerrado (Cd) e cerrado *sensu stricto* (Ce). * = presente; - = ausente.

Espécie	Área de coleta	Parênquima axial			Apotraqueal			Paratraqueal			Em faixas						
		Distinto a olho nu	Distinto somente sob lente	Parênquima indistinto	Difuso	Difuso em agregado	Difuso em agregado formando linhas	Escasso	Vasicêntrico	Aliforme linear	Aliforme losangular	Confluente curto	Confluente longo	Reticulado	Escalariforme	Linhas/faixas	Linhas/faixas marginais
Lithraea molleoides	ZR	*	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lithraea molleoides	CD	*	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tapirira guianensis	ZR	*	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tapirira guianensis	CE	*	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Annona coriacea	CE	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	*	-
Annona crassiflora	CE	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	-	-
Aspidosperma tomentosa	CE	*	-	-	-	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tabernaemontana fuchsiifolia	ZR	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tabernaemontana fuchsiifolia	CE	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ilex theazans	ZR	*	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dendropanax cuneatum	ZR	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schefflera vinosa	ZR	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schefflera vinosa	CE	-	*	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Baccharis dracunculifolia	CE	-	*	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	*	-	-	-
Baccharis trimera	ZR	*	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-
Gochnatia barrosii	CE	-	*	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	*	-	-	*
Gochnatia polimorpha	ZR	*	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	-	*	-	-	-
Gochnatia polimorpha	CD	*	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*	-	-	-
Piptocarpha rotundifolia	CE	-	*	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	*	-	-	-

Espécie	Área de coleta	Parênquima axial			Apotraqueal			Paratraqueal			Em faixas			Linhas/faixas marginais		
		Distinto a olho nu	Distinto somente sob lente	Parênquima indistinto	Difuso	Difuso em agregado	Difuso em agregado formando linhas	Escasso	Vasicêntrico	Aliforme linear	Aliforme losangular	Confluente curto	Confluente longo		Reticulado	Escarariforme
<i>Styrax camporum</i>	CE	-	*	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Styrax ferrugineus</i>	CE	-	*	-	-	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Styrax latifolium</i>	ZR	-	*	-	-	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Styrax martii</i>	ZR	-	*	-	-	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Symplocos pubescens</i>	CD	-	*	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Luehea grandiflora</i>	CD	-	*	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aeghiphila sellowiana</i>	CE	-	*	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	*	-
<i>Qualea dichotoma</i>	CD	*	-	-	-	-	-	-	*	-	*	-	*	-	*	-
<i>Qualea grandiflora</i> (Fig. 15)	CE	*	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	-
<i>Qualea multiflora</i>	CE	*	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	-
<i>Vochysia cinnamomea</i>	CE	*	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	-
<i>Vochysia rufa</i>	CE	-	*	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	-
<i>Vochysia tucanorum</i>	ZR	*	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	-
<i>Vochysia tucanorum</i>	CE	*	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	-	*	-

Tabela 8. Descrição das características dos vasos das espécies da zona ripária (ZR), cerradão (Cd) e cerrado *sensu stricto* (Ce). * = Presente; - = Ausente.

Espécie	Vasos			Diâmetro de vasos		Frequência de vasos					Arranjo de vasos								
	Área de coleta	Distintos a olho nu	Distintos somente sob lente	Pequeno (< 100 µm)	Médio (100µm a 200 µm)	Grande (> 200 µm)	Poucos (5 a 20/mm ²)	Numerosos (2- a 40/mm ²)	Muito numerosos (> 40/mm ²)	Média (vasos/mm ²)	S	Porosidade difusa	Anel semi-poroso	Arranjo tangencial	Arranjo dendrítico	Arranjo diagonal	Arranjo radial	Vasos solitários (%)	Vasos exclusivamente solitários (>90%)
<i>Lithraea molleoides</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	31	4,5	*	-	-	-	-	-	15	-
<i>Lithraea molleoides</i>	Cd	*	-	*	-	-	-	*	-	33	4,9	*	-	-	-	-	-	25	-
<i>Tapirira guianensis</i>	ZR	*	-	-	*	-	-	*	-	23	5,6	*	-	-	-	-	-	58	-
<i>Tapirira guianensis</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	-	-	11	2,3	*	-	-	-	-	-	57	-
<i>Annona coriacea</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	22	4,0	*	-	-	-	-	-	27	-
<i>Annona crassiflora</i>	Ce	-	*	*	-	-	*	-	-	17	4,0	*	-	-	-	-	-	39	-
<i>Aspidosperma tomentosa</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	-	*	49	6,5	*	-	-	-	-	-	24	-
<i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i>	ZR	*	-	-	*	-	*	-	-	16	3,6	*	-	-	-	-	*	25	-
<i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i>	Ce	-	*	*	-	-	*	-	-	17	2,7	*	-	-	-	-	*	52	-
<i>Ilex theazans</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	26	5,6	*	-	-	-	-	-	47	-

Espécie	Vasos		Diâmetro de vasos		Frequência de vasos				Arranjo de vasos						Vasos solitários (%)	Vasos exclusivamente solitários (>90%)			
	Área de coleta	Distintos a olho nu	Distintos somente sob lente	Pequeno (< 100 µm)	Médio (100µm a 200 µm)	Grande (> 200 µm)	Poucos (5 a 20/mm²)	Numerosos (2- a 40/mm²)	Muito numerosos (> 40/mm²)	Média (vasos/mm²)	S	Porosidade difusa	Anel semi-poroso	Arranjo tangencial			Arranjo dendrítico	Arranjo diagonal	Arranjo radial
<i>Dendropanax cuneatum</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	40	5,2	*	-	-	-	-	-	41	-
<i>Schefflera vinosa</i>	ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	22	3,2	*	-	-	-	-	-	36	-
<i>Schefflera vinosa</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	9	1,6	*	-	-	-	-	-	62	-
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	41	5,5	*	-	-	*	-	-	20	-
<i>Baccharis trimera</i>	ZR	-	*	*	-	-	*	-	-	18	3,0	*	-	-	-	*	*	57	-
<i>Gochnatia barrosii</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	22	4,4	*	-	*	*	-	-	53	-
<i>Gochnatia polimorpha</i> (Fig. 19)	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	39	5,1	*	-	-	*	*	-	18	-
<i>Gochnatia polimorpha</i>	Cd	-	*	*	-	-	-	*	-	16	5,0	*	-	-	*	*	-	61	-
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Fig. 18)	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	32	5,1	*	-	*	-	-	-	24	-
<i>Tabebuia aurea</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	14	2,5	*	-	-	-	-	-	51	-
<i>Zeyheria montana</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	35	4,4	*	-	*	-	-	-	22	-
<i>Eriotheca gracilipes</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	11	3,0	*	-	-	-	-	-	29	-
<i>Protium heptaphyllum</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	27	5,0	*	-	-	-	-	-	53	-
<i>Caryocar brasiliense</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	28	7,0	*	-	-	-	-	-	36	-
<i>Cecropia pachystachya</i>	ZR	*	-	-	*	-	-	*	-	11	2,5	*	-	-	-	-	-	35	-
<i>Austroplenckia populnea</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	68	12	*	-	-	-	-	-	50	-
<i>Couepia grandiflora</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	10	3,0	*	-	-	-	-	-	61	-
<i>Licania tomentosa</i>	Cd	*	-	-	*	-	-	*	-	12	2,7	*	-	-	-	-	-	50	-
<i>Clusia criuva</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	26	5,2	*	-	-	-	-	-	61	-
<i>Kielmeyera rubriflora</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	13	3,4	*	-	-	-	-	-	35	-
<i>Terminalia brasiliensis</i>	Cd	*	-	*	-	-	-	*	-	13	2,5	*	-	-	-	-	-	54	-
<i>Connarus suberosus</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	11	5,0	*	-	-	-	-	-	55	-
<i>Lamanonia ternata</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	11	1,7	*	-	-	-	-	*	48	-
<i>Diospyros hispida</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	14	2,3	*	-	-	-	-	-	33	-
<i>Erythroxylum deciduum</i>	Cd	*	-	*	-	-	-	-	*	46	4,2	*	-	-	-	-	-	12	-
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	48	5,6	*	-	-	-	-	-	27	-
<i>Erythroxylum suberosum</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	41	7,0	*	-	-	-	-	-	39	-
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	12	3,0	*	-	-	-	-	-	32	-
<i>Pera glabrata</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	22	4,0	*	-	-	-	-	-	25	-
<i>Pera glabrata</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	20	3,5	*	-	-	-	-	-	24	-
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Cd	*	-	-	*	-	-	*	-	11	2,4	*	-	-	-	-	-	46	-
<i>Dimorphandra mollis</i>	ZR	*	-	-	-	*	*	-	-	15	4,0	*	-	-	-	-	-	35	-
<i>Dimorphandra mollis</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	16	4,6	*	-	-	-	-	-	28	-
<i>Bauhinia rufa</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	17	3,0	*	-	-	-	-	-	18	-
<i>Acosmium subelegans</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	16	4,0	*	-	-	-	-	-	48	-
<i>Acosmium subelegans</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	15	2,5	*	-	-	-	-	-	47	-

Espécie	Vasos		Diâmetro de vasos		Frequência de vasos					Arranjo de vasos							Vasos solitários (%)	Vasos exclusivamente solitários (>90%)	
	Área de coleta	Distintos a olho nu	Distintos somente sob lente	Pequeno (< 100 µm)	Médio (100µm a 200 µm)	Grande (> 200 µm)	Poucos (5 a 20/mm²)	Numerosos (2- a 40/mm²)	Muito numerosos (> 40/mm²)	Média (vasos/mm²)	S	Porosidade difusa	Anel semi-poroso	Arranjo tangencial	Arranjo dendrítico	Arranjo diagonal			Arranjo radial
<i>Bowdichia virgiloides</i>	Ce	*	-	-	*	-	*	-	-	11	2,3	*	-	-	-	-	-	29	-
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Cd	*	-	-	*	-	*	-	-	12	2,5	*	-	-	-	-	-	33	-
<i>Machaerium acutifolium</i>	Ce	*	-	*	-	-	*	-	-	8	1,3	*	-	-	-	-	-	54	-
<i>Machaerium villosum</i>	Ce	*	-	-	*	-	*	-	-	14	2,8	*	-	-	-	-	-	40	-
<i>Platypodium elegans</i>	Cd	-	*	*	-	-	-	*	-	29	3,6	*	-	-	-	-	-	28	-
<i>Anadenanthera falcata</i>	Cd	*	-	-	*	-	*	-	-	17	3,6	*	-	-	-	-	-	35	-
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	ZR	*	-	-	-	*	*	-	-	9	2,0	*	-	-	-	-	-	45	-
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	22	4,0	*	-	-	-	-	-	52	-
<i>Casearia sylvestris</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	29	3,9	*	-	-	-	-	*	69	-
<i>Lacistema hasslerianum</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	33	4,3	*	-	-	-	-	*	55	-
<i>Nectandra</i> sp	Ce	-	*	-	*	-	*	-	-	19	2,3	*	-	-	-	-	-	63	-
<i>Ocotea corymbosa</i>	Ce	*	-	-	*	-	*	-	-	19	2,3	*	-	-	-	-	-	99	*
<i>Ocotea pulchella</i>	ZR	*	-	-	*	-	-	*	-	21	2,5	*	-	-	-	-	-	53	-
<i>Ocotea</i> sp. 1	ZR	*	-	*	-	-	*	-	-	17	2,5	*	-	-	-	-	-	91	*
<i>Ocotea</i> sp. 2	Cd	*	-	-	*	-	*	-	-	16	1,7	*	-	-	-	-	-	85	-
<i>Persea venosa</i>	ZR	*	-	*	-	-	*	-	-	13	2,9	*	-	-	-	-	-	66	-
<i>Strychnos pseudoquina</i>	Cd	-	*	*	-	-	*	-	-	12	1,6	*	-	-	*	-	*	93	*
<i>Lafoensia pacari</i>	ZR	-	*	-	*	-	-	*	-	21	2,3	*	-	-	-	-	-	88	-
<i>Talauma ovata</i>	ZR	-	*	*	-	-	*	-	-	18	2,3	*	-	-	-	-	-	75	-
<i>Byrsonima basiloba</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	25	3,0	*	-	-	-	-	*	85	-
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> (Fig. 20)	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	29	2,9	*	-	-	-	-	*	75	-
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	-	*	43	3,1	*	-	-	-	-	*	92	*
<i>Miconia albicans</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	22	2,8	*	-	-	-	-	-	20	-
<i>Miconia chamissois</i>	ZR	*	-	-	*	-	*	-	-	17	2,1	*	-	-	-	-	-	60	-
<i>Miconia fallax</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	35	3,5	*	-	-	-	-	-	46	-
<i>Miconia ligustroides</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	30	1,8	*	-	-	-	-	-	47	-
<i>Miconia theazans</i>	ZR	*	-	-	*	-	-	*	-	23	2,7	*	-	-	-	-	-	36	-
<i>Microlepis oleaefolia</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	24	3,2	*	-	-	-	-	-	78	-
<i>Tibouchina stenocarpa</i>	ZR	*	-	*	-	-	*	-	-	14	1,9	*	-	-	-	-	-	70	-
<i>Tibouchina stenocarpa</i>	Ce	*	-	-	*	-	*	-	-	16	1,9	*	-	-	-	-	-	83	-
<i>Siparuna cujabana</i>	ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	29	4,4	*	-	-	-	-	*	71	-
<i>Siparuna cujabana</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	28	2,5	*	-	-	-	-	*	76	-
<i>Ficus guaranitica</i>	ZR	*	-	-	-	*	*	-	-	8	1,0	*	-	-	-	-	-	77	-
<i>Rapanea ferruginea</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	28	2,6	*	-	-	-	-	-	37	-
<i>Rapanea ferruginea</i>	Cd	*	-	*	-	-	-	*	-	24	2,8	*	-	-	-	-	-	48	-
<i>Rapanea umbellata</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	25	3,4	*	-	-	-	-	-	25	-

Espécie	Vasos			Diâmetro de vasos		Frequência de vasos					Arranjo de vasos								
	Área de coleta	Distintos a olho nu	Distintos somente sob lente	Pequeno (< 100 µm)	Médio (100µm a 200 µm)	Grande (> 200 µm)	Poucos (5 a 20/mm ²)	Numerosos (2- a 40/mm ²)	Muito numerosos (> 40/mm ²)	Média (vasos/mm ²)	S	Porosidade difusa	Anel semi-poroso	Arranjo tangencial	Arranjo dendrítico	Arranjo diagonal	Arranjo radial	Vasos solitários (%)	Vasos exclusivamente solitários (>90%)
<i>Campomanesia pubescens</i> (Fig. 22)	Ce	-	*	-	*	-	*	-	-	19	2,7	*	-	-	-	-	-	100	*
<i>Eugenia bimarginata</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	22	2,6	*	-	-	-	-	-	99	*
<i>Eugenia rigida</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	29	2,9	*	-	-	-	-	-	98	*
<i>Myrcia bella</i>	Cd	*	-	-	*	-	-	*	-	26	2,7	*	-	-	-	-	-	99	*
<i>Myrcia bella</i>	Ce	*	-	-	*	-	*	-	-	15	1,5	*	-	-	-	-	-	100	*
<i>Myrcia lingua</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	21	2,5	*	-	-	-	-	-	100	*
<i>Guapira noxia</i>	Ce	-	*	-	*	-	*	-	-	7	1,0	*	-	-	-	-	-	62	-
<i>Ouratea spectabilis</i>	Ce	-	*	-	*	-	*	-	-	16	2,0	*	-	-	-	-	-	95	*
<i>Roupala montana</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	21	2,4	*	-	*	-	-	-	77	-
<i>Alibertia concolor</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	106	9,0	*	-	-	-	-	-	31	-
<i>Guetarda virbunoides</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	26	3,3	*	-	-	-	-	*	69	-
<i>Tocoyena formosa</i>	Cd	-	*	*	-	-	-	*	-	26	3,7	*	-	-	-	-	-	88	-
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	ZR	*	-	-	*	-	*	-	-	18	2,6	*	-	-	-	-	-	86	-
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Ce	-	*	-	*	-	*	-	-	19	1,9	*	-	-	-	-	-	92	*
<i>Pouteria torta</i>	Cd	*	-	-	*	-	*	-	-	17	1,5	*	-	-	-	*	-	44	-
<i>Styrax camporum</i>	Ce	*	-	-	*	-	*	-	-	17	2,3	*	-	-	-	-	*	55	-
<i>Styrax ferrugineus</i>	Ce	*	-	-	*	-	*	-	-	15	1,8	*	-	-	-	-	*	25	-
<i>Styrax latifolium</i>	ZR	*	-	-	*	-	-	*	-	21	2,7	*	-	-	-	-	*	36	-
<i>Styrax martii</i>	ZR	*	-	-	*	-	*	-	-	13	1,3	*	-	-	-	-	-	79	-
<i>Symplocos pubescens</i>	Cd	-	*	*	-	-	-	*	-	29	1,1	*	-	-	-	-	-	95	*
<i>Luehea grandiflora</i>	Cd	*	-	-	*	-	*	-	-	19	2,3	*	-	-	-	-	-	62	-
<i>Aeghiphila sellowiana</i> (Fig. 21)	Ce	-	*	-	-	*	*	-	-	9	1,3	-	*	-	-	-	-	87	-
<i>Qualea dichotoma</i>	Cd	*	-	-	*	-	*	-	-	17	1,4	*	-	-	-	-	-	80	-
<i>Qualea grandiflora</i>	Ce	*	-	-	*	-	*	-	-	19	2,6	*	-	-	-	-	-	90	*
<i>Qualea multiflora</i>	Ce	*	-	-	-	*	*	-	-	13	1,7	*	-	-	-	-	-	53	-
<i>Vochysia cinnamomea</i>	Ce	*	-	-	-	*	*	-	-	9	1,2	*	-	-	-	-	-	91	*
<i>Vochysia rufa</i>	Ce	*	-	-	*	-	*	-	-	12	1,5	*	-	-	-	-	-	88	-
<i>Vochysia tucanorum</i>	ZR	*	-	-	-	*	*	-	-	9	1,2	*	-	-	-	-	-	87	-
<i>Vochysia tucanorum</i>	Ce	*	-	-	*	-	*	-	-	11	1,5	*	-	-	-	-	-	82	-

Tabela 9. Descrição das características do parênquima radial e presença de floema interxilemático nas espécies da zona ripária (ZR), cerradão (Cd) e cerrado *sensu stricto* (Ce). TR = raios observados no plano transversal; TG = raios observados no plano tangencial; * = Presente; - = Ausente.

Espécie	Área de coleta	Plano Transversal							Plano tangencial						
		Largura			Frequência										
		Distintos a olho nu	Distintos somente sob lente	Finos (< 100 µm)	Médios (100 a 300 µm)	Largos (> 300 µm)	Muito pouco (- que 4 mm)	Poucos (de 4 a 12 mm)	Numerosos (+ que 12 mm)	Distintos a olho nu	Distintos somente sob lente	Altura: Baixos (< 1 mm)	Altura: Altos (> 1 mm)	Estratificado	Floema interxilemático
<i>Lithraea molleoides</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Lithraea molleoides</i>	Cd	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Tapirira guianensis</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Tapirira guianensis</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Annona coriacea</i>	Ce	*	-	-	*	*	-	*	-	-	*	-	*	-	-
<i>Annona crassiflora</i>	Ce	-	*	-	*	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-
<i>Aspidosperma tomentosa</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	-
<i>Tabernaemontana fuchsiiifolia</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Tabernaemontana fuchsiiifolia</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Ilex theazans</i>	ZR	*	-	*	*	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-
<i>Dendropanax cuneatum</i>	ZR	*	-	*	*	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Schefflera vinosa</i>	ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Schefflera vinosa</i>	Ce	*	-	*	*	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Ce	-	*	-	*	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Baccharis trimera</i>	ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-
<i>Gochnatia barrosii</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Gochnatia polimorpha</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Gochnatia polimorpha</i>	Cd	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	Ce	*	-	*	*	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-
<i>Tabebuia aurea</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Zeyheria montana</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Eriotheca gracilipes</i>	Ce	*	-	*	*	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-
<i>Protium heptaphyllum</i>	ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Caryocar brasiliense</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Cecropia pachystachya</i>	ZR	*	-	-	*	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Austroplenckia populnea</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-
<i>Couepia grandiflora</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	*	-	*	-	-	-
<i>Licania tomentosa</i>	Cd	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Clusia criuva</i>	ZR	*	-	*	*	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Kielmeyera rubriflora</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-
<i>Terminalia brasiliensis</i>	Cd	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	-

Espécie	Área de coleta	Plano Transversal							Plano tangencial						
		Largura				Frequência									
		Distintos a olho nu	Distintos somente sob lente	Finos (< 100 µm)	Médios (100 a 300 µm)	Largos (> 300 µm)	Muito pouco (- que 4 mm)	Poucos (de 4 a 12 mm)	Numerosos (+ que 12 mm)	Distintos a olho nu	Distintos somente sob lente	Altura: Baixos (< 1 mm)	Altura: Altos (> 1 mm)	Estratificado	Floema interxilemático
<i>Connarus suberosus</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Lamanonia ternata</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Diospyros hispida</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Erythroxylum deciduum</i>	Cd	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	-	*	-	*
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Erythroxylum suberosum</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	-	*	-	*
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Pera glabrata</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Pera glabrata</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Cd	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Dimorphandra mollis</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Dimorphandra mollis</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Bauhinia rufa</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Acosmium subelegans</i>	ZR	*	-	*	*	-	-	*	-	-	*	*	-	*	-
<i>Acosmium subelegans</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	*	-
<i>Bowdichia virgiloides</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	*	-
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Cd	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Machaerium acutifolium</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	*	-
<i>Machaerium villosum</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	*	-
<i>Platypodium elegans</i>	Cd	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	*	-
<i>Anadenanthera falcata</i>	Cd	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Casearia sylvestris</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Lacistema hasslerianum</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	*	-	*	-	-	*
<i>Nectandra sp</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	*	-	*	-	-	*
<i>Ocotea corymbosa</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Ocotea pulchella</i>	ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	*	-	*	-	-	*
<i>Ocotea sp. 1</i>	ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	*	-	*	-	-	*
<i>Ocotea sp. 2</i>	Cd	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Persea venosa</i>	ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	*	-	*	-	-	*
<i>Strychnos pseudoquina</i>	Cd	*	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-	*	-	*
<i>Lafoensia pacari</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Talauma ovata</i>	ZR	*	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-	*	-	*
<i>Byrsonima basiloba</i>	Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	*	-	-	*	-	*

Espécie		Área de coleta	Plano Transversal								Plano tangencial							
			Largura				Frequência											
			Distintos a olho nu	Distintos somente sob lente	Finos (< 100 µm)	Médios (100 a 300 µm)	Largos (> 300 µm)	Muito pouco (- que 4 mm)	Poucos (de 4 a 12 mm)	Numerosos (+ que 12 mm)	Distintos a olho nu	Distintos somente sob lente	Altura: Baixos (< 1 mm)	Altura: Altos (> 1 mm)	Estratificado	Não estratificado	Irregularmente estratificado	Floema interxilemático
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>		Ce	*	-	-	*	-	-	-	*	-	*	-	*	-	*	-	-
<i>Byrsonima verbascifolia</i>		Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	-	*	-	*	-	-
<i>Miconia albicans</i>		Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Miconia chamissois</i>		ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Miconia fallax</i>		Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Miconia theazans</i>		ZR	*	-	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Microlepis oleaefolia</i>		ZR	*	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-	*	-	*	-	-
<i>Tibouchina stenocarpa</i>		ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Tibouchina stenocarpa</i>		Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Siparuna cujabana</i>		ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	*	-	-	*	-	*	-	-
<i>Siparuna cujabana</i>		Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	-	*	-	*	-	-
<i>Ficus guaranitica</i>		ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Rapanea ferruginea</i>		ZR	*	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-	*	-	*	-	-
<i>Rapanea ferruginea</i>		Cd	*	-	-	-	*	*	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-
<i>Rapanea umbellata</i>		Ce	*	-	-	-	*	*	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-
<i>Campomanesia pubescens</i>		Ce	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Eugenia bimarginata</i>		Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Eugenia rigida</i>		Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Myrcia bella</i>		Cd	-	*	*	-	-	-	-	*	*	-	*	-	-	*	-	-
<i>Myrcia bella</i>		Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	*	-	*	-	-	*	-	-
<i>Myrcia lingua</i>		Ce	*	-	-	-	*	*	-	-	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Guapira noxia</i>		Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*	-	*
<i>Ouratea spectabilis</i>		Ce	*	-	*	-	*	*	-	-	*	-	*	*	-	*	-	-
<i>Roupala montana</i> (Fig. 23)		Ce	*	-	-	-	*	*	-	-	*	-	-	*	-	*	-	-
<i>Alibertia concolor</i>		Ce	*	-	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Guetarda virbunoides</i>		Ce	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Tocoyena formosa</i>		Cd	*	-	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>		ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>		Ce	*	-	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Pouteria torta</i>		Cd	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Styrax camporum</i>		Ce	*	-	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Styrax ferrugineus</i>		Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Styrax latifolium</i>		ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Styrax martii</i>		ZR	*	-	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*	-	-
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>		ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*	-	-

Espécie	Área de coleta	Plano Transversal								Plano tangencial					
		Largura				Frequência									
		Distintos a olho nu	Distintos somente sob lente	Finos (< 100 µm)	Médios (100 a 300 µm)	Largos (> 300 µm)	Muito pouco (- que 4 mm)	Poucos (de 4 a 12 mm)	Numerosos (+ que 12 mm)	Distintos a olho nu	Distintos somente sob lente	Altura: Baixos (< 1 mm)	Altura: Altos (> 1 mm)	Estratificado	Floema interxilemático
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Pouteria torta</i>	Cd	-	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Styrax camporum</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Styrax ferrugineus</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Styrax latifolium</i>	ZR	-	*	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Styrax martii</i>	ZR	*	-	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Symplocos pubescens</i>	Cd	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	-	*	-	*
<i>Luehea grandiflora</i>	Cd	*	-	*	*	-	-	*	-	*	-	*	*	-	*
<i>Aeghiphila sellowiana</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Qualea dichotoma</i>	Cd	*	-	-	*	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Qualea grandiflora</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	-	*	-	*	*	-	-	*
<i>Qualea multiflora</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Vochysia cinnamomea</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Vochysia rufa</i>	Ce	*	-	-	*	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Vochysia tucanorum</i>	ZR	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*
<i>Vochysia tucanorum</i>	Ce	*	-	*	-	-	-	*	-	-	*	*	-	-	*

Tabela 10. Descrição das características da casca das espécies da zona ripária (ZR), cerradão (Cd) e cerrado *sensu stricto* (Ce). A.C. = área de coleta.

Espécie	A.C.	Exsudato	Cor da casca interna
<i>Lithraea molleoides</i>	ZR	Líquido incolor	Amarelada (clara)
<i>Lithraea molleoides</i>	Cd	Ausente	Esverdeada
<i>Tapirira guianensis</i>	ZR	Líquido branco viscoso	Avermelhada
<i>Tapirira guianensis</i>	Ce	Ausente	Esverdeada
<i>Annona coriacea</i>	Ce	Ausente	Marrom terra
<i>Annona crassiflora</i>	Ce	Ausente	Marrom ocre
<i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i>	Ce	Textura leitosa	Esverdeada
<i>Dendropanax cuneatum</i>	ZR	Líquido oleoso amarelo	Esverdeada (clara)
<i>Schefflera vinosa</i>	ZR	Ausente	Esverdeada
<i>Schefflera vinosa</i>	Ce	Ausente	Esverdeada
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Ce	Ausente	Esverdeada
<i>Baccharis trimera</i>	ZR	Ausente	Esverdeada
<i>Gochnatia barrosii</i>	Ce	Ausente	Marrom escura

Espécie	A.C.	Exsudato	Cor da casca interna
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	Ce	Líquido espesso, transparente	Marrom
<i>Zeyheria montana</i>	Ce	Ausente	Marrom clara
<i>Eriotheca gracilipes</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Protium heptaphyllum</i>	ZR	Líquido pouco viscoso esbranquiçado	Marrom
<i>Caryocar brasiliense</i>	Ce	Ausente	Esverdeada
<i>Cecropia pachystachya</i>	ZR	Ausente	Esverdeada
<i>Austroplenkia populnea</i>	Ce	Ausente	Avermelhada
<i>Couepia grandiflora</i>	Ce	Ausente	Rosada
<i>Kielmeyera rubriflora</i>	Ce	Ausente	Marrom clara.
<i>Terminalia brasiliensis</i>	Cd	Ausente	Rosada
<i>Connarus suberosus</i>	Ce	Ausente	Alaranjada
<i>Lamanonia ternata</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Diospyros hispida</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Erythroxylum suberosum</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Ce	Líquido transparente e aderente	Marrom terra
<i>Pera glabrata</i>	ZR	Ausente	Marrom terra
<i>Pera glabrata</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Cd	Ausente	Amarelada
<i>Dimorphandra mollis</i>	ZR	Ausente	Marrom
<i>Dimorphandra mollis</i>	Ce	Ausente	Marrom
<i>Bauhinia rufa</i>	Ce	Ausente	Marrom
<i>Acosmium subelegans</i>	Ce	Ausente	Alaranjada
<i>Bowdichia virgiloides</i>	Ce	Ausente	Marrom escura
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Cd	Ausente	Marrom
<i>Machaerium acutifolium</i>	Ce	Goma avermelhada	Marrom escura
<i>Anadenanthera falcata</i>	Cd	Ausente	Marrom
<i>Casearia sylvestris</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Lacistema hasslerianum</i>	Ce	Ausente	Esbranquiçada
<i>Ocotea corymbosa</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Persea venosa</i>	ZR	De textura grossa, aderente e incolor	Avermelhada – amarelada
<i>Lafoensia pacari</i>	ZR	Ausente	Avermelhada
<i>Talauma ovata</i>	ZR	Ausente	Esbranquiçada
<i>Byrsonima basiloba</i>	Ce	Ausente	Marrom
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	Ce	Ausente	Alaranjada
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Miconia albicans</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Miconia chamissois</i>	ZR	Ausente	Esbranquiçada
<i>Miconia fallax</i>	Ce	Ausente	Esbranquiçada
<i>Miconia ligustroides</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Microlepis oleaefolia</i>	ZR	Ausente	Esbranquiçada
<i>Tibouchina stenocarpa</i>	ZR	Ausente	Esbranquiçada

Espécie	A.C.	Exsudato	Cor da casca interna
<i>Tibouchina stenocarpa</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Siparuna cujabana</i>	ZR	Ausente	Esbranquiçada
<i>Ficus guaranitica</i>	ZR	Textura leitosa	Esbranquiçada
<i>Rapanea ferruginea</i>	ZR	Ausente	Avermelhada
<i>Rapanea ferruginea</i>	Cd	Ausente	Avermelhada
<i>Rapanea umbellata</i>	Ce	Ausente	Esbranquiçada – avermelhada
<i>Campomanesia pubescens</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Myrcia bella</i>	Cd	Ausente	Avermelhada
<i>Myrcia bella</i>	Ce	Ausente	Avermelhada
<i>Myrcia lingua</i>	Ce	Ausente	Avermelhada
<i>Guapira noxia</i>	Ce	Textura fina, aderente e incolor	Esbranquiçada
<i>Ouratea spectabilis</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Roupala montana</i>	Ce	Ausente	Avermelhada
<i>Guetarda virbunoides</i>	Ce	Ausente	Esbranquiçada
<i>Tocoyena formosa</i>	Cd	Ausente	Esverdeada
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	ZR	Textura fina, aderente e incolor	Esbranquiçada
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Ce	Ausente	Esbranquiçada
<i>Pouteria torta</i>	Cd	Textura leitosa, aderente e de cor branca	Avermelhada
<i>Styrax camporum</i>	Ce	Ausente	Esbranquiçada
<i>Styrax ferrugineus</i>	Ce	Ausente	Avermelhada
<i>Styrax martii</i>	ZR	Textura fina, não aderente e incolor	Esbranquiçada
<i>Symplocos pubescens</i>	Cd	Ausente	Amarelada
<i>Luehea grandiflora</i>	Cd	Ausente	Amarelada
<i>Aeghiphila sellowiana</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Qualea dichotoma</i>	Cd	Ausente	Amarelada
<i>Qualea grandiflora</i>	Ce	Ausente, no entanto observa-se uma substância no caule gelatinosa na cor marrom	Marrom
<i>Qualea multiflora</i>	Ce	Ausente	Amarelada
<i>Vochysia cinnamomea</i>	Ce	Gosmas duras e na cor marrom que aparecem depois de alguns minutos que a casca é cortada	Esbranquiçada
<i>Vochysia rufa</i>	Ce	Textura grossa, não aderente, de cor marrom claro que depois de alguns minutos endurece	Marrom claro
<i>Vochysia tucanorum</i>	ZR	Com textura fina, aderente e incolor	Amarelada
<i>Vochysia tucanorum</i>	Ce	Com textura fina, aderente e de cor marrom	Amarelada



Fig. 2-5. Morfologia externa da casca. 2. Casca com fissuras e cristas convexas e agudas em *Annona crassiflora*. 3. Casca com estrias em *Lamanonia ternata*. 4. Casca áspera em *Guetarda virbunoides*. 5. Casca em placas em *Byrsonima coccolobifolia*.

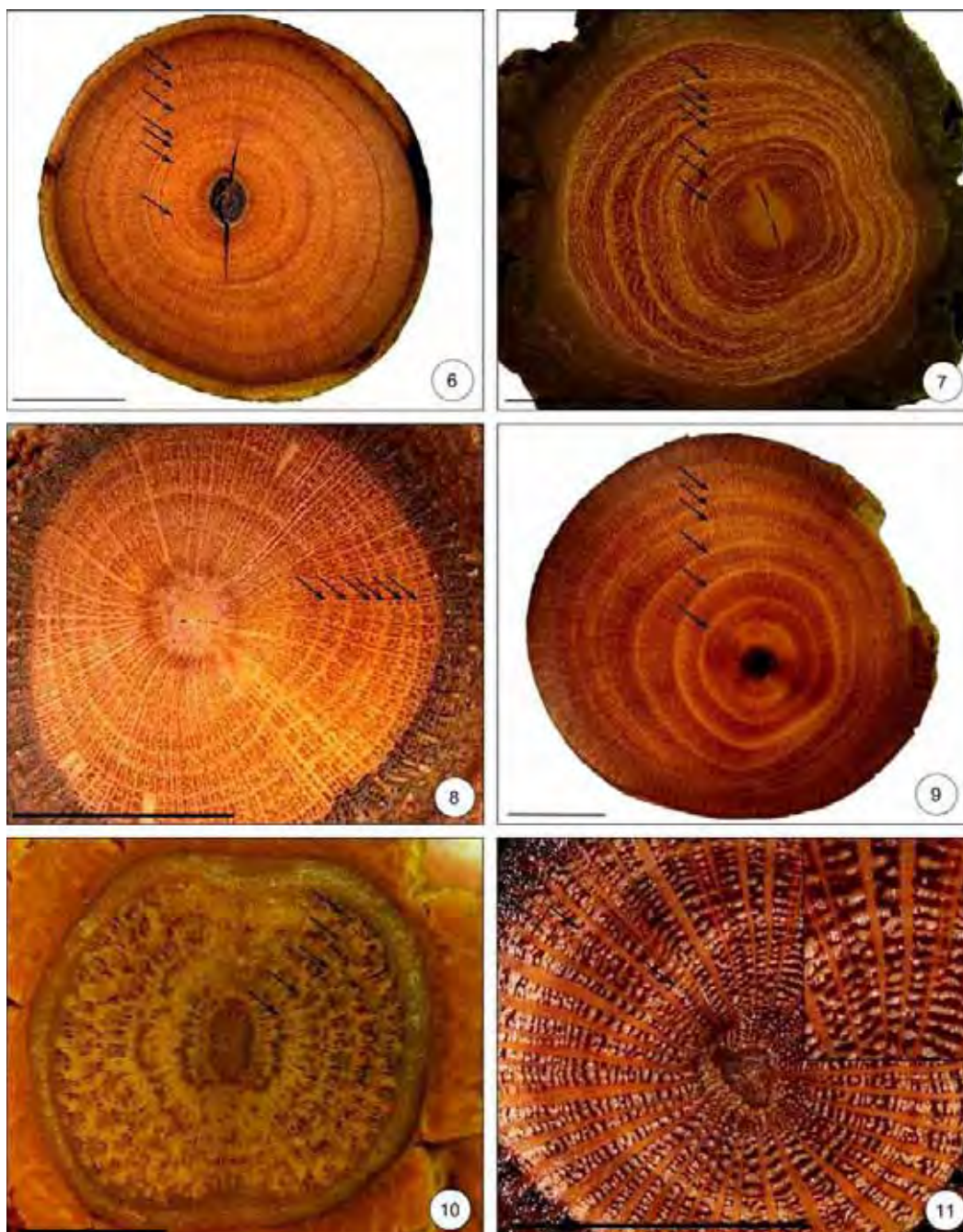
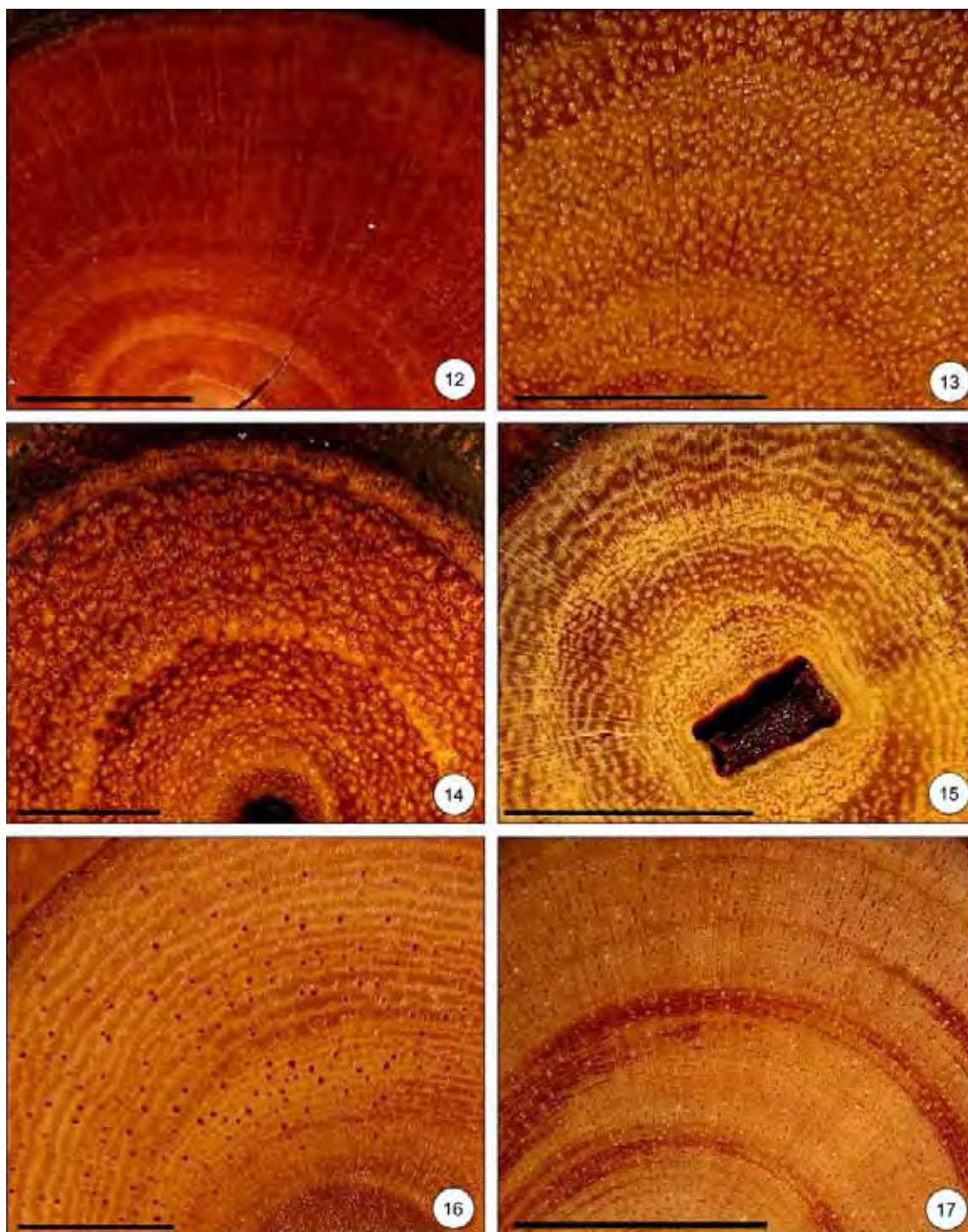
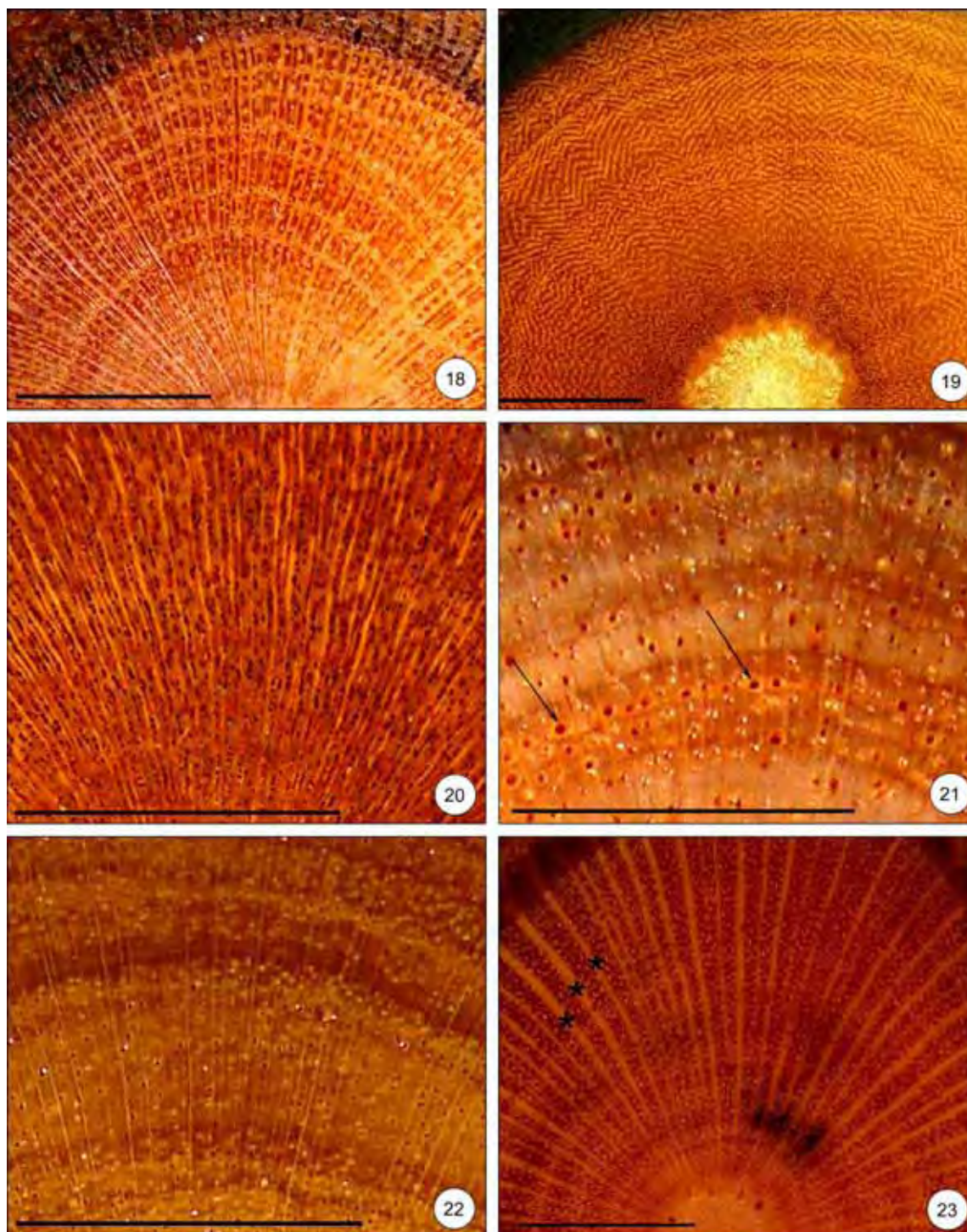


Fig. 6-11. Seção transversal. 6. Camadas de crescimento (CC) irregulares, demarcadas por zonas fibrosas (setas) em *Siparuna cujabana* (Ce). 7. CC irregulares, demarcadas por faixas de parênquima marginal (setas) em *Zeyheria montana*. 8. CC regulares, demarcadas por faixas de parênquima marginal (setas) em *Piptocarpha rotundifolia*. 9. CC regulares, demarcadas por maior quantidade de vasos no limite das camadas de crescimento (setas) em *Microlepis oleaefolia*. 10. CC irregulares, demarcadas por porções de floema interxilemático alinhados tangencialmente (setas) em *Strychnos pseudoquina*. 11. CC irregulares, demarcadas pela aproximação das linhas de parênquima axial (setas) em *Roupala montana*. Barras: 1cm.



Figuras 12-17. Seção transversal. 12. Parênquima axial apotraqueal difuso em agregado em *Myrcia lingua*. 13. Parênquima axial escasso em *Miconia fallax*. 14. Parênquima axial paratraqueal em *Terminalia brasiliensis*. 15. Parênquima axial paratraqueal e em faixas irregulares em *Qualea grandiflora*. 16. Parênquima axial e vasos distintos a olho nu e parênquima em faixas irregulares em *Ficus guaranitica*. 17. Parênquima reticulado em *Pera glabrata*. Barras: Figs. 12-16 = 0,5 cm; Fig. 17 = 1 cm.



Figuras 18-23. Seção transversal. 18. Vasos em arranjo tangencial em *Piptocarpha rotundifolia*. 19. Vasos em arranjo diagonal em *Gochnatia polymorpha* (ZR). 20. Vasos em arranjo radial em *Byrsonima coccolobifolia*. 21. Porosidade em anel semi-poroso em *Aeghiphila sellowiana* (setas). 22. Vasos exclusivamente solitários em *Campomanesia pubescens*. 23. Raios largos (*) em *Roupala montana*. Barras: Figs. 18-23 = 0,5 cm.

Frequências relativas foram calculadas (Tabela 11) para mostrar um possível padrão ou tendência das características macroscópicas da madeira e da superfície da casca para as espécies de cerrado *sensu lato*.

Tabela 11. Frequência relativa das características anatômicas das espécies estudadas no cerrado *sensu lato*. Os diferentes tipos de casca, marcadores das camadas de crescimento, arranjo de vasos, parênquima axial podem ocorrer associados em uma mesma espécie, logo a soma dos percentuais pode ultrapassar 100%.

	Características	Cerrado <i>sensu lato</i> (%)
Morfologia da casca	Com estrias	23
	Com fissuras	32
	Fendas	6
	Áspera	10
	Em placas	11
	Rugosa	4
	Com lenticelas dispersas	5
	Escamosa	3
	Em lâminas papiráceas	5
	Com acúleos	2
Camadas de crescimento	Distintas	95
	Indistintas	5
	Irregular	90
	Regular	5
	Demarcadas por zonas fibrosas	70
	Demarcadas por linhas/faixas de parênquima marginal	25
	Demarcadas por maior quantidade de vasos no limite da CC	5
	Demarcadas por porções de floema interxilemático alinhados tangencialmente	1
	Demarcadas por aproximação das linhas de parênquima	1
Parênquima axial	Parênquima distinto a olho nu	42
	Distinto somente sob lente	45
	Indistinto	13
	Apotraqueal	18
	Difuso	5
	Difuso em agregado	15
	Difuso em agregado formando linhas	5
	Paratraqueal	59
	Escasso	22
	Vasicêntrico	18
	Aliforme linear	3
	Aliforme losangular	28
	Confluente curto	23
	Confluente longo	20
	Em faixas	40
	Reticulado	3
	Escalariforme	2
	Linhas/faixas	20
	Linhas/faixas marginais	17

Vasos	Distintos a olho nu	64
	Distintos somente sob lente	36
	Diâmetro de vasos: pequeno (< 100 µm)	48
	Diâmetro de vasos: médio (100 µm a 200 µm)	46
	Diâmetro de vasos: grande (> 200 µm)	6
	Frequência de vasos: poucos (5 a 20/mm ²)	54
	Frequência de vasos: numerosos (20 a 40/mm ²)	40
	Frequência de vasos: muito numerosos (> 40/mm ²)	6
	Média na frequência de vasos/mm ²	22
	Porosidade difusa	99
	Anel semi-poroso	1
	Sem arranjo	78
	Arranjo tangencial	4
	Arranjo dendrítico	5
	Arranjo diagonal	4
	Arranjo radial	14
	Média da porcentagem de vasos solitários	56
	Vasos exclusivamente solitários (mais que 90%)	14
Raios	Distinto a olho nu (Plano transversal)	56
	Distintos somente sob lente (Plano transversal)	44
	Finos (< 100 µm)	85
	Médios (100 a 300 µm)	19
	Largos (> 300 µm)	5
	Frequência de raio: muito pouco (menos que 4 mm)	5
	Frequência de raio: poucos (de 4 a 12 mm)	68
	Frequência de raio: numerosos (mais que 12 mm)	27
	Distinto a olho nu (Plano tangencial)	17
	Distintos somente sob lente (Plano tangencial)	83
	Baixos (< 1 mm) (Plano tangencial)	80
	Altos (> 1 mm) (Plano tangencial)	22
	Estratificados	6
	Irregularmente estratificados	2
	Não estratificados	92

A análise de agrupamento (Figura 24) demonstra que menos da metade das espécies pertencentes à mesma família permanecem próximas umas das outras, ainda que a mesma espécie esteja ocorrendo nas diferentes fitofisionomias.

As famílias das ordens Magnoliales – Annonaceae e Magnoliaceae; Fabales – Fabaceae, Erythroxylaceae (*Erythroxylum deciduum*, *E. suberosum*), Euphorbiaceae e Flacourtiaceae; Rosales – Cecropiaceae e Moraceae; Myrtales – Lythraceae e Melastomataceae (*Tibouchina stenocarpa*, *Miconia fallax* e *M. chamissois*); Malvales – Bombacaceae e Tiliaceae); e Sapindales – Anacardiaceae (*Lithraea molleoides*) e Burseraceae, permaneceram próximas na análise de agrupamento.

As famílias em que todas as espécies permaneceram agrupadas foram: Annonaceae (2 sp); Araliaceae (2 sp); Styracaceae (4 sp); e Vochysiaceae (6 sp). Algumas famílias tiveram suas espécies separadas em dois grupos, entretanto, permaneceram próximas entre si – Asteraceae (*Gochnatia barrosii* e *Piptocarpha rotundifolia*), Erythroxylaceae (*Erythroxylum deciduum* e *E. suberosum*), Lauraceae (*Ocotea corymbosa* e *Ocotea* sp. 2), Malpighiaceae (*Byrsonima coccolobifolia* e *B. verbascifolia*) e Myrtaceae (*Eugenia bimarginata* e *E. rigida*), na análise de agrupamento.

As espécies da família Fabaceae em sua maioria formaram um grupo, contudo, *Bauhinia rufa*, *Dalbergia miscolobium*, *Platypodium elegans* e *Machaerium villosum*, permaneceram separadas entre si e do resto das espécies dessa família. Das espécies da família Melastomataceae somente *Tibouchina stenocarpa* (Ce e ZR) e *Miconia fallax* permaneceram agrupadas (Figura 24).

Ainda, na análise de agrupamento das mesmas espécies que ocorrem nas diferentes fitofisionomias, somente as espécies *Tapirira guianensis*, *Tabernaemontana fuchsiifolia*, *Schefflera vinosa*, *Pera glabrata* e *Stryphnodendron polyphyllum* não permaneceram agrupadas, provavelmente pelas diferenças de diâmetro e frequência de vasos, e visibilidade de vasos e raios – distintos a olho nu ou somente sob lupa.

A Figura 25 mostra a frequência relativa em relação a descrição da morfologia externa da casca para cada fitofisionomia.

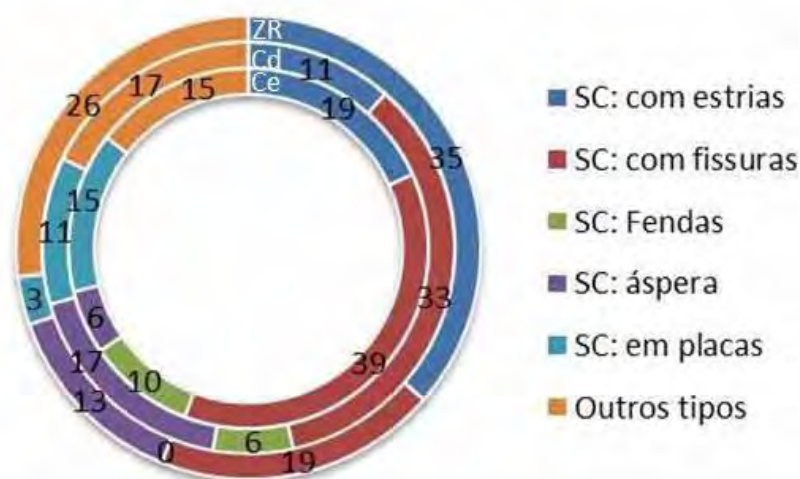


Fig. 25. Frequência relativa de características relacionadas à superfície da casca. Cerrado s.s. (Ce); Cerradão (Cd); Zona ripária (ZR); SC = superfície da casca.

3.6. DISCUSSÃO

Para as espécies do cerrado *sensu lato* as características marcantes em relação a macroscopia e a superfície da casca foram: presença de camadas de crescimento distintas, demarcadas por zonas fibrosas; parênquima axial distinto a olho nu e/ou sob lente, paratraqueal, seguido do parênquima em faixas; vasos distintos a olho nu), vasos sem arranjo – no entanto entre as espécies que apresentaram arranjo, a maior incidência foi do radial, porosidade difusa – (comumente encontrada em espécies tropicais, segundo Wheeler *et al.* 2007), vasos solitários e múltiplos, pequenos a médios e numerosos por mm²; e raios distintos a olho nu, finos e poucos por mm; superfície de casca com estrias e com fissuras.

Camadas de crescimento presentes ocorreram em mais de 90% das espécies deste estudo. Marcati *et al.* (2006), em estudo macro e microscópico do lenho de 48 espécies de cerrado observou resultado semelhante. No entanto, os estudos de Alves & Angyalossy-Alfonso (2000) e Mainieri *et al.* (1983) com cerca de 491 e cerca de 270 espécies brasileiras, respectivamente, demonstram uma baixa porcentagem (menos de 50%) de espécies com camadas de crescimento distintas. É provável que a maior porcentagem da presença das

camadas de crescimento nas espécies de cerrado deste estudo, seja devido às condições ambientais, uma vez que o cerrado passa por um período de seca de cerca de quatro meses com precipitação abaixo de 60 mm, o que segundo Worbes (1995) é o suficiente para que os marcadores das camadas de crescimento sejam formados.

Com relação aos marcadores das camadas de crescimento, as zonas fibrosas foram as de maior ocorrência para as espécies deste estudo. O mesmo foi observado por Marcati *et al.* (2006) estudando as 48 espécies de cerrado. É necessário cautela quando se observa a variação na espessura das paredes das fibras na superfície do plano transversal, pois estas se apresentam como faixas mais escuras que se alternam com faixas mais claras e as faixas claras podem ser confundidas com linhas/faixas de parênquima axial, como por exemplo, nas espécies da família Melastomataceae – *Microlepis oleaefolia* e *Tibouchina stenocarpa*.

Neste estudo a presença de linhas/faixas de parênquima marginal foi a segunda maior incidência como marcador das camadas de crescimento, mesmo embora tenha ocorrido no lenho de poucas espécies. As espécies das famílias Fabaceae, Bignoniaceae e Vochysiaceae são as responsáveis por essa porcentagem, pois todas as espécies dessas famílias, exceto *Stryphnodendron polyphyllum* da família Fabaceae, apresentam parênquima axial em linhas e/ou em faixas. A mesma característica, linhas/faixas de parênquima marginal, foi observada em Fabaceae por Worbes (1989) em estudo com 28 espécies de florestas inundáveis, cerrado e florestas e por Tomazello *et al.* (2004) com 41 espécies de Cerrado e Mata Atlântica.

Neste estudo o parênquima axial distinto, tanto a olho nu quanto sob lente de 10x de aumento, está presente na maioria das espécies. Quando distinto a olho nu, o parênquima axial pode ajudar em uma pré-identificação, para uma possível determinação de família.

Metcalf & Chalk (1950) comentam que os tipos de parênquima axial formam padrões úteis para a identificação de gêneros dentro de famílias. Neste sentido, observamos os únicos gêneros que poderiam ser separados dentre as espécies do estudo foram *Myrcia* que apresentou parênquima apotraqueal e *Eugenia* que apresentou parênquima em faixas – família Myrtaceae. No entanto, não foi possível separar a espécie *Myrcia bella* da *M. lingua* deste estudo, pois as características da madeira são muito similares, sendo que as poucas diferenças encontradas são sutis e, principalmente relacionadas aos dados

quantitativos. Esta observação concorda com Dias-Leme *et al.* (1995), que observaram que o tipo de parênquima axial não é um bom caráter para a separação de espécies no gênero *Myrcia*, pois as espécies deste gênero apresentam a anatomia do lenho muito similar. Já, as espécies *Eugenia bimarginata* e *E. rigida* só foram separadas pela morfologia externa da casca e não com as características analisadas na macroscopia, o oposto ao observado por Détienne & Jacquet (1983) e Soffiatti & Angyalossy-Alfonso (1999) que separaram espécies do gênero *Eugenia* que ocorriam em diferentes ambientes com o tipo de parênquima axial.

Em todas as fitofisionomias a maioria das espécies apresentou parênquima axial paratraqueal, com grande variação nos tipos (escasso, vasicêntrico, aliforme losangular e confluyente), seguido do parênquima em faixas, representado principalmente por faixas ou linhas marginais. De acordo com Wheeler *et al.* (2007), padrões elaborados de parênquima axial, por exemplo, aliforme a confluyente e em faixas largas, são mais comuns nos trópicos que nas regiões temperadas. Neste estudo, esses padrões mais elaborados de parênquima axial observados por Wheeler *et al.* (2007), ocorreram nas famílias Asteraceae, Bignoniaceae, Combretaceae, Erythroxylaceae, Fabaceae e Vochysiaceae.

Em relação às características anatômicas dos vasos a presença de anel semi-poroso, diferentes tipos de arranjo e vasos exclusivamente solitários são características a serem consideradas na identificação macroscópica, pois essas ocorrem em poucas espécies no Hemisfério Sul (Wheeler *et al.* 1991, 2007). Neste estudo, menos de 20% das espécies apresentaram algum tipo de arranjo – maior incidência de arranjo radial nas famílias Apocynaceae (2 sp.), Asteraceae (5 sp.), Bignoniaceae (somente para *Zeyheria montana*), Cunoniaceae (1 sp.), Flacourtiaceae (1 sp.), Lacistemataceae (1 sp.), Loganiaceae (1 sp.), Magnoliaceae (1 sp.), Malpighiaceae (3 sp.), Monimiaceae (1 sp.), Proteaceae (1 sp.), Rubiaceae (somente *Guetarda virbunoides*), Sapotaceae (1 sp.) e Styracaceae (3 sp.); anel semi-poroso somente em *Aeghiphila sellowiana* da família Verbenaceae; e no geral, todas as espécies da família Myrtaceae (5 sp.) apresentaram vasos exclusivamente solitários. Estas características tornaram mais fácil a identificação dessas espécies, sendo algumas chegando a identificação no nível do epíteto específico.

Quantitativamente, os vasos foram numerosos (frequência média de 22 vasos por mm²), de diâmetro de pequeno a médio, solitários e múltiplos, nas espécies deste

estudo, o que é esperado para ambientes mais secos, pois essas características são consideradas como mais seguras na condução hídrica (Carlquist, 1988; Lindorf, 1994).

Neste estudo foram observados raios largos em espécies da família Annonaceae (*Annona coriacea*), Myrsinaceae (*Rapanea umbellata*), Myrtaceae (*Myrcia lingua*), Ochnaceae (*Ouratea spectabilis*) e Proteaceae (*Roupala montana*); e raios estratificados nas espécies das famílias Bignoniaceae e Fabaceae-Faboideae (*Bowdichia virgiloides*, *Machaerium villosum* e *Platypodium elegans*). Apesar das características de raios não mostrarem padrões definidos, tendências, e não serem comuns para nenhuma região geográfica (Wheeler *et al.* 2007; Alves & Angyalossy-Alfonso, 2002), os raios largos observados no plano transversal e estratificados observados no tangencial nas espécies deste estudo foram características de poucas famílias, e por isso úteis para a separação de famílias e até de gêneros.

No geral, a morfologia externa da casca das espécies do cerrado *s.l.* é caracterizada por apresentar fissuras e estrias, o que corrobora com o que foi observado por Durigan *et al.* (2004a), Lorenzi (2000) e Silva Junior (2005). Interessante notar que existem diferenças entre a morfologia externa da casca das espécies de cerrado *s.s.* e cerradão quando comparadas com as da zona ripária. Enquanto a maioria das espécies da zona ripária, que estão em uma área permanentemente úmida, apresenta alta ocorrência de cascas com estrias e baixa ocorrência com fissuras e fendas, as espécies de cerrado e cerradão, em sua maioria, apresentam a morfologia externa da casca com fissuras e tanto com estrias quanto placas, quase na mesma proporção.

Neste estudo não foi possível separar ordens com as características da casca. Da mesma forma, com relação às famílias e gêneros, poucos se separam com estas características. Foi observado que as espécies da família Erythroxylaceae (*Erythroxylum pelleterianum*, *E. suberosum* e *E. tortuosum*) apresentam casca com fissuras; Lauraceae (*O. Corymbosa* e *O. pulchella*) casca áspera; Malphiaceae (*Byrsonima coccolobifolia* e *B. verbascifolia*) casca em placas; Melastomataceae (*M. chamissois*, *M. fallax* e *M. ligustroides*) casca com estrias. Ribeiro *et al.* (1999) comentam sobre a dificuldade da identificação das espécies através das características da casca, e concluem que, com experiência de campo, é possível identificar um táxon apenas pela visualização externa do caule através de padrões visíveis, porém ainda não sistematizados. Neste estudo, por exemplo, a superfície da casca do

gênero *Zanthoxylum* sempre apresenta acúleos, o que pode facilitar na sua identificação, entretanto para as outras espécies há necessidade de outras características para a sua identificação.

Para algumas espécies a característica do exsudato é muito marcante e de grande importância para a identificação de gêneros e até mesmo de espécies, como observado, por exemplo, nas espécies *Tabernaemontana fuchsiifolia*, conhecida como leiteiro e *Ficus guaranitica* – que liberam um líquido de textura leitosa, aderente e de cor branca quando recém cortado; *Persea venosa* – que libera um líquido de textura grossa e aderente; e o gênero *Vochysia* que libera uma goma de cor marrom, não aderente após de alguns minutos que foi cortado. A cor interna da casca possui essa mesma importância, como foi observada para a espécie *Myrcia lingua* que mostra um vermelho vivo quando esta é raspada. Contudo, vale ressaltar que para maior segurança na identificação as características anatômicas do lenho também devem ser observadas.

As características macroscópicas da madeira – arranjo, padrão do parênquima axial, largura de raios no plano transversal e estratificação de raios – foram de grande importância na preparação da chave dicotômica e na identificação de espécies. Além disso, as características da superfície da casca, bem como presença de exsudatos e a cor interna da casca facilitaram a separação de espécies do mesmo gênero e dentro de uma mesma família quando aliadas as características macroscópicas.

3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. **IAWA Journal**, Leuven, v. 21, n. 1, p. 3-30, 2000.

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. **IAWA Journal**, Leuven, v. 23, n. 4, p. 391-418, 2002.

ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; RICHTER, H. G. Wood and bark anatomy of *Buchenavia* Eichl. (Combretaceae). **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 12, n. 2, p. 123-141, 1991.

ARAÚJO, D. **Diversidade de trepadeiras em áreas de Floresta Atlântica de terras baixas em Pernambuco**. 2009. 118 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

CARLQUIST, S. **Comparative wood anatomy**: systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledons wood. Berlin: Springer Verlag, 1988. 436 p.

COPANT - COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICA: descrição geral macroscópica e microscópica da madeira, São Paulo, v. 30, p. 1-19. 1974.

CORADIN, V. T. R.; MUÑIZ, G. I. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira**: Angiospermae II-Gymnospermae. Brasília: IBAMA, 1992. 17 p. Série Técnica 15.

DETIENNE, P.; JACQUET, P. **Atlas d'identification des bois de l'amazone et des regions voisines**. Nogent sur Marne: Centre Technique Forestier Tropical, 1983. 640 p.

DIAS-LEME, C. L. et al. Wood anatomy of four Myrtaceae genera in the subtribe Myrciinae from South America. **IAWA Journal**, Leuven, v. 16, n. 1, p. 87-95, 1995.

DURIGAN, G. Bases e diretrizes para restauração da vegetação de cerrado. In: KAGEYAMA, D.Y. et al. (Eds.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 187-204.

DURIGAN, G. et al. **Plantas do cerrado paulista**: imagens de uma paisagem ameaçada. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004a. 475 p.

ECKBLAD, J. W. How many samples should be taken. **Bio Science**, Washington, n. 41, n. 5, p. 346-348, 1991.

FREESE, F. **Elementary statistical methods for foresters**. Washington: United States Forest Service Agricultural Handbook, v. 317, 87 p. 1967.

HIJMAN, R. J. et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, Chichester, v. 25, n. 15, p. 1965-1978, 2005.

IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 10, n. 2, p. 219-332, 1989.

LINDORF, H. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. **IAWA Journal**, Leuven, v. 15, n. 4, p. 61-376, 1994.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 352p.

MAINIERI, C. **Identificação das principais madeiras de comércio do Brasil**. Boletim IPT, São Paulo, v. 16, p. 1-189, 1983.

MARANHO, L.T. et al. Organização estrutural da casca de *Persea major* Kopp (Lauraceae). **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 509-515, 2009.

MARCATI, C. R. et al. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 311-320, 2001.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press. 1950. v. 2. 1500 p.

MILANEZ, C. R. D. **Estudos anatômicos e ultra-estruturais em Melastomataceae de cerrado**. 2007. 136 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2007.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots**. Mexico City: CEMEX, 1999. 430 p.

OLIVEIRA, J. S. **Variações estruturais do lenho de espécies de cerrado do Estado de São Paulo**. 2006. 129 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Eds.) **The Cerrados of Brazil**: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press, 2002. 398 p.

RIBEIRO, J. E. L. S. et al. **Flora da Reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia central. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas-Departamento para o desenvolvimento internacional. 1999. 816 p.

SILVA JUNIOR, M. C. **100 árvores do cerrado**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado. 2005. 278 p.

SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy**. San Francisco: W. H. Freeman, 1973. 573 p.

SOFFIATTI, P.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Estudo anatômico comparativo do lenho e da casca de duas espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 175-184, 1999.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.

TOMAZZELO, M. et al. Anatomical features of increment zones in different tree species in the State of São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66, n. 66, p. 46-55, 2004.

WHEELER, E.; BAAS, P. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 12, n. 3, p. 75-332, 1991.

WHEELER, E.; BAAS, P. Wood identification: a review. **IAWA Journal**, Leuven, v. 19, n. 3, p. 41-264, 1998.

WHEELER, E. A. et al. Variations in dicot wood anatomy: a global analysis based on the Inside Wood database. **IAWA Journal**, Leuven, v. 28, n. 3, p. 229-258, 2007.

WORBES, M. Growth rings, increment and age of trees in inundation forests, savannas and a mountain forest in the neotropics. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 10, n. 2, p. 109-122, 1989.

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. **IAWA Journal**, Leuven, v. 16, n. 4, p. 337-351, 1995.

4. *Capítulo 2* – TENDÊNCIAS ECOLÓGICAS NA ANATOMIA DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE CERRADO

**SONSIN, JULIA OLIVEIRA; BARROS, CLAUDIA FRANCA & MARCATI,
CARMEN REGINA**

4.1. RESUMO: TENDÊNCIAS ECOLÓGICAS NA ANATOMIA DA MADEIRA DE ESPÉCIES DE CERRADO. Foram observadas tendências anatômicas para espécies do cerrado *sensu lato* (*s.l.*), baseadas nos caracteres anatômicos da madeira de 97 espécies arbóreas e arbustivas que ocorrem neste bioma. Além disso, foram identificados padrões estruturais peculiares às espécies que ocorrem nas diferentes fitofisionomias – cerrado *s.s.*, cerradão e zona ripária. Para as espécies de cerrado *s.l.* foram observadas características que podem contribuir tanto para segurança quanto para eficiência na condução hídrica, como: alta ocorrência de vasos múltiplos e frequência de vasos por mm², pontoações intervasculares alternas pequenas, pontoações guarnecidas; placas de perfuração simples. O índice de vulnerabilidade foi de 1,6 e de mesomorfia 600. A maioria das características anatômicas das espécies do cerrado *s.l.* se enquadram nas tendências ecológicas para espécies que ocorrem em terras baixas dos trópicos. No entanto, as espécies possuem características anatômicas que mostram estratégias particulares para sobrevivência em cada fitofisionomia.

Palavras-chave: Anatomia ecológica da madeira, Cerrado *sensu lato*, Cerrado *sensu stricto*, Cerradão, Zona ripária.

4.2. SUMMARY: ECOLOGICAL TENDENCIES IN WOOD ANATOMY OF CERRADO SPECIES. Anatomical tendencies were observed to cerrado *sensu lato* (s.l.) species, based on microscopic characteristics of the secondary xylem of 97 arboreal and shrubby species which occur in this biome. Furthermore, peculiar structural patterns to the species in different physiognomies were identify – cerrado s.s., cerradão and riparian zone. For cerrado s.l. species we observed anatomic features that may contribute to both safety and efficiency in water flow, such as: high incidence of multiple vessels and high vessel frequency per mm², small intervessel pits alternate, vestured pits, simple perforation plates. The vulnerability and mesomorphy index were 1.6 and 600, respectively. The majority of cerrado s.l. species anatomical features were framed in the ecological trends for species which occur in tropical lowlands. However, the species have anatomical features that show particular strategies for survival in each physiognomy.

Key words: Cerrado *sensu lato*, Cerrado *sensu stricto*, Cerradão, Ecological Wood anatomy, Riparian zone.

4.3. INTRODUÇÃO

O cerrado *sensu lato* (s.l.) possui diferentes fitofisionomias com características peculiares que resultam em diferenças na formação e distribuição da vegetação que varia desde campo limpo, campo sujo, cerrado *sensu stricto* (s.s.), cerradão (Coutinho, 2002), e ainda, segundo Eiten (1972), as matas ciliares, zonas ripárias, entre outros que ocorrem na região de domínio dos cerrados são consideradas como parte do mesmo.

Estudos que utilizam a abordagem de flora em anatomia da madeira têm como objetivo entender as estratégias do xilema secundário para assegurar transporte seguro e eficiente, garantindo a sobrevivência das espécies em um dado ecossistema (por exemplo: Baas & Carlquist, 1985; Aguilar-Rodríguez & Bajas-Morales, 2005; Barros *et al.* 2006; Choat *et al.* 2007; Loepfe *et al.* 2007; Pratt *et al.* 2007; Micco *et al.* 2008; Sperry *et al.* 2008). Neste sentido, Wheeler & Baas (1991) compararam características anatômicas com as tendências ecofiléticas demonstradas por Dickison (1989) que correlacionavam a incidência de características particulares e como essas se encaixavam com parâmetros ambientais e geográficos (disponibilidade de água, altitude, latitude e temperatura) para realizar as interpretações ecológicas. Nesse estudo os autores observaram tendências ecológicas relacionadas às características anatômicas que ocorrem ao longo das eras, mostraram

características consideradas basais e derivadas, bem como as características mais comuns para o Hemisfério Sul, Norte e no mundo.

Muitos estudos têm sido realizados em espécies de ambientes submetidos a estresse hídrico, buscando identificar as estratégias de segurança e/ou eficiência das plantas, bem como as tendências ecológicas anatômicas para esses ambientes. As características comumente encontradas para os ambientes secos e que contribuem para a segurança hídrica são: alta frequência de vasos; presença de vasos múltiplos; vasos de diâmetro pequeno e comprimento curto; pontoações intervasculares pequenas; e placas de perfuração simples (Carlquist 1977, 1980, 1988; Wheeler & Baas 1991; Lindorf 1994; Dickison 2000; Alves & Angyalossy-Alfonso 2000, 2002).

Os estudos relativos a anatomia ecológica das espécies de cerrado – bioma caracterizado por estar submetido a um período de seca de até quatro meses – são recentes e relativos a poucas espécies frente a biodiversidade que este bioma apresenta. Nestes estudos (Pinho *et al.* 1992; Marcati *et al.* 2006; Machado *et al.* 2007), em geral, foi observado alta presença de camadas de crescimento, alta frequência de vasos de diâmetro pequeno, menor diâmetro das pontoações intervasculares, maior quantidade de fibras gelatinosas e maior largura de raio, no entanto, como a maioria desses estudos são relativos a poucas espécies, os resultados de algumas características quantitativas, principalmente os relacionados ao diâmetro e frequência de vasos são muitas vezes contraditórios.

Este trabalho tem por objetivo contribuir para o maior conhecimento das espécies do cerrado a partir de uma abordagem de flora aplicada à anatomia. Foram utilizadas as características anatômicas do lenho na interpretação da estrutura da comunidade arbórea e arbustiva, visando responder às seguintes questões:

- Existe um padrão anatômico característico para as espécies do cerrado *sensu lato* analisadas?

- As características anatômicas analisadas para o cerrado *sensu lato* expressam tendências ecológicas típicas de regiões tropicais de terras baixas, de acordo com o proposto por Dickison (1989) e modificado por Wheeler & Baas (1991)?

4.4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Reserva Particular de Cerrado “Palmeira da Serra”, com cerca de 180 ha localizada na Fazenda “Palmeira da Serra”, município de Pratânia (Tabela 1), região centro-oeste do estado de São Paulo (Figura 1 – os mapas foram montados pelo software DIVA-GIS).

Tabela 1. Caracterização da área de cerrado *sensu lato* (s.l.), localizado no município de Pratânia – SP.

Área	Cerrado <i>sensu stricto</i>	Cerradão	Zona ripária
Coordenadas geográficas	22° 82' 01,8" S e 48° 74' 02,6" W	22° 82' 97,0" S e 48° 75' 05,5" W	22° 80' 99,0" S e 48° 74' 06,4" W
Altitude (m)	715	716	715
Caracterização da vegetação	Estrato arbustivo e arbóreo mais disperso, baixo e de aspecto xeromórfico, casca geralmente espessa, folhas coriáceas e uma vegetação baixa constituída por gramíneas que recobrem o solo.	Menor quantidade de arbustos, as árvores são mais altas que no cerrado, de 8 a 15 metros, também de aspecto xeromórfico, e é visto como uma área de transição entre a floresta e o cerrado s.s.	Ocorre ao longo de rios de pequeno porte na região de cerrado e a lâmina d'água permanece mesmo no período de seca, é caracterizada por árvores altas em média de 20 a 30 m, também com pouca quantidade de arbustos.

Tabela 2. Análise química do solo de um fragmento de cerrado s.l., localizado no município de Pratânia – SP (adaptado de Milanez, 2007). Ce = cerrado s.s.; ZR = zona ripária; Cd = cerradão.

Amostras	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P _{resina} mg/dm ³	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
							mmol _c /dm ³					mg/dm ³
Ce	3,9	22	5	14	63	0,9	2	2	5	68	7	10
ZR	3,9	22	4	14	52	0,5	1	1	3	55	5	1
Cd	4,2	17	3	10	40	0,5	1	2	3	43	7	3

Tabela 3. Variáveis climáticas da área de cerrado s.l., localizado no município de Pratânia – SP. Os parâmetros climáticos foram obtidos pelo software DIVA-GIS, como descrito por Hijmans *et al.* 2005.

Dados climáticos	Área de estudo		
	ZR	Ce	Cd
Temperatura média anual (°C)	19,9	19,9	19,9
Temperatura máxima do mês mais quente (°C)	28,5	28,5	28,6
Temperatura mínima do mês mais frio (°C)	9,5	9,5	9,5
Média da temperatura anual (°C)	19	19	19,1
Precipitação anual (mm)	1306	1306	1299
Precipitação do mês mais úmido (mm)	227	227	224
Precipitação do mês mais seco (mm)	31	31	31

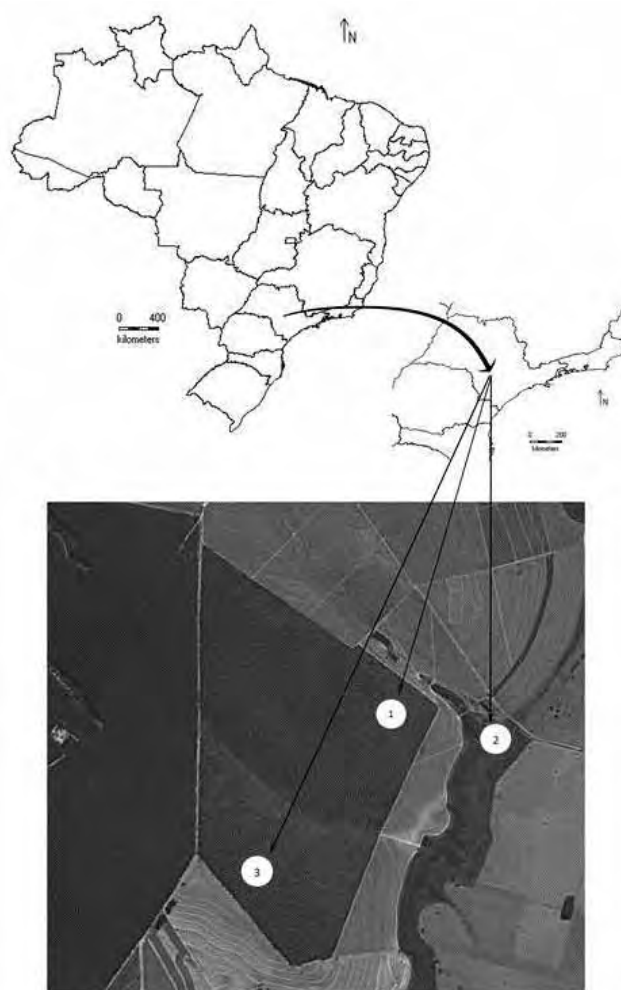


Figura 1. Mapa demonstrativo da área de estudo. 1 – Cerrado; 2 – Cerradão; 3 – Zona ripária.

No total, 97 espécies arbustivas e arbóreas, pertencentes a 48 famílias de cerrado s.s. (50 espécies), cerradão (19 espécies) e zona ripária (28 espécies) foram coletadas (Tabela 4). A coleta foi realizada por caminhadas aleatórias. Amostras de 48 espécies estudadas previamente, na dissertação de mestrado (Oliveira, 2006) foram incluídas na listagem da Tabela 4 com o propósito de uma melhor avaliação das variações e padrões anatômicos encontrados nas espécies que ocorrem nas diferentes fitofisionomias do Cerrado. A classificação das famílias seguiu o APGIII, 2009.

As análises foram conduzidas nos ramos mais desenvolvidos dos caules por restrições ao uso de métodos destrutivos em área de reserva. Discos de

aproximadamente 3 cm de espessura foram obtidos da porção basal destes ramos. O hábito das espécies teve a seguinte classificação: arbusto; árvore pequena (semelhante ao arbusto em tamanho, mas com apenas um tronco principal); árvore (com um tronco e copa bem desenvolvidos); e árvore alta (emergentes, com a copa acima do dossel), e foi adaptado da classificação de Ribeiro *et al.* (1999). Os materiais botânicos foram coletados para a confirmação taxonômica das espécies e exsicatas preparadas e depositadas no Herbário “Irina Delanova de Gemtchujinikov” (BOTU) do Instituto de Biociências (IB). As amostras do lenho foram depositadas na Xiloteca “Maria Aparecida Mourão Brasil” (BOT_w) da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da UNESP, Campus de Botucatu.

Tabela 4. Espécies estudadas em cerrado *s.l.* paulista. BOT_w = número da Xiloteca; Amb = ambiente; Hab = hábito; H = altura (m); CAP = circunferência a altura do peito (cm); Cd = cerradão; ZR = zona ripária; Ce = cerrado *s.s.*; A = árvore; AP = árvore pequena; Arb = arbusto; AA = árvore alta; * amostra da Dissertação de Mestrado de Oliveira (2006).

N	BOT _w	Família	Espécies	Amb	Hab	H (m)	CAP (cm)
1	1951	Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Cd	A	3,0	20
2	1952		<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	ZR	A	4,5	17
3	1322*	Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	Ce	AP	3,3	53
4	1323*		<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Ce	AP	4,0	20
5	1954	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosa</i> Mart.	Ce	A	12	14
6	1958		<i>Tabernaemontana fuchsiiifolia</i> A. DC.	ZR	A	9,0	35
7	1959	Aquifoliaceae	<i>Ilex theaezans</i> var. <i>acrodonta</i> Loes.	ZR	A	6,5	25
8	1962	Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatum</i> (DC.) Decne. & Planch.	ZR	A	2,0	14
9	1963		<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi	ZR	A	5,5	27
10	1966	Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Ce	Arb	4,0	12
11	1964		<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	ZR	Arb	2,7	10
12	1325*		<i>Gochnatia barrosii</i> Cabrera	Ce	Arb	2,5	25
13	1985		<i>Gochnatia polimorpha</i> (Less.) Cabrera	Cd	A	5,5	38
14	1326*		<i>Piptocarpha rotundifolia</i> Baker	Ce	A	2,2	25
15	2020	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i> Benth & Hook. f. ex S. Moore	Ce	A	5,8	52
16	1968		<i>Zeyheria montana</i> Mart.	Ce	Arb	3	15
17	1327*	Bombacaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	Ce	A	3,2	30
18	1328*	Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Cd	A	3,0	20
19	1971	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> L. Marchand	ZR	A	3,5	10
20	1331*	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Ce	A	3,0	25
21	1974	Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trecúl	ZR	A	4,0	11
22	1975	Celastraceae	<i>Austroplenckia populnea</i> Reissek Lundell	Ce	A	2,0	12
23	1332*	Chrysobalanaceae	<i>Couepia grandiflora</i> Benth.	Ce	A	4,5	54
24	1333*		<i>Licania tomentosa</i> Fritsch.	Cd	A	2,1	20

25	1334*	Clusiaceae	<i>Kielmeyera rubriflora</i> Cambess.	Ce	A	2,3	43
26	1976		<i>Clusia criuva</i> Cambess.	ZR	A	2,7	14
27	1335*	Combretaceae	<i>Terminalia brasiliensis</i> Raddi ex Steud.	Cd	A	1,7	10
28	1978	Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch. var. <i>suberosus</i>	Ce	Arb	2,0	17
29	1980	Cunnoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Ce	A	3,2	15
30	1336*	Ebenaceae	<i>Diospyros hispida</i> A. DC.	Ce	AP	1,7	15
31	1983	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St. -Hil	Cd	Arb	2,5	13
32	1985		<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St. -Hil	Ce	Arb	2,5	12,5
33	1337*		<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St. -Hil	Ce	Arb	1,5	20
34	1338*		<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Ce	Arb	1,7	15
35	1987	Euphorbiaceae	<i>Pera glabrata</i> Poepp. ex Baill.	ZR	A	4,5	23
36	1330*	Fabaceae -	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Cd	AA	4,5	24
37	1990	Caesalpinoideae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	ZR	AP	4,5	25
38	1329*	Fabaceae - Cercideae	<i>Bauhinia rufa</i> Steud.	Ce	Arb	2,8	15
39	1998	Papilionoideae	<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakovlev	ZR	AP	4,2	30
40	1340*		<i>Bowdichia virgiloides</i> Kunth	Ce	AA	3,5	37
41	1993		<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Cd	A	5,0	61
42	1995		<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Ce	AA	3,5	26
43	1341*		<i>Machaerium villosum</i> Vogel	Ce	AA	4,5	40
44	1996		<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Cd	A	5,0	40
45	1350*	Fabaceae-Mimosoideae	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	Cd	AA	6,1	74
46	2000		<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	ZR	A	6,0	38
47	2002	Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Ce	A	1,0	12
48	2005	Lacistemataceae	<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	Ce	Arb	3,0	20
49	1343*	Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	Ce	A	3,0	20
50	1344*		<i>Ocotea corymbosa</i> Mez	Ce	A	3,5	25
51	2046		<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	ZR	AA	3,5	12,5
52	2006		<i>Ocotea</i> sp.1	ZR	A	3,5	48
53	2181		<i>Ocotea</i> sp. 2	Cd	A	5,1	31
54	2007		<i>Persea venosa</i> Nees & Mart.	ZR	A	6,5	22
55	2008	Loganiaceae	<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St. -Hil	Cd	A	4	14
56	2011	Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A. St. -Hil	ZR	A	7,5	32
57	2012	Magnoliaceae	<i>Talauma ovata</i> A. St. -Hil	ZR	A	6,2	25
58	1345*	Malpighiaceae	<i>Byrsonima basiloba</i> A. Juss.	Ce	AP	4,5	46
59	1346*		<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Ce	AP	3,5	28
60	1347*		<i>Byrsonima verbascifolia</i> Rich. ex Juss.	Ce	AP	5,5	95
61	1348*	Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw) Steud.	Ce	Arb	1,8	20
62	2016		<i>Miconia chamissois</i> Naudin	ZR	Arb	2,0	12
63	2183		<i>Miconia fallax</i> DC.	Ce	AP	2,1	10
64	1349*		<i>Miconia ligustroides</i> Naudin	Ce	AP	2,2	12
65	2157		<i>Miconia theazans</i> (Bonpl.) Cogn.	ZR	AP	3,0	21
66	2017		<i>Microleps oleaefolia</i> (DC.) Triana	ZR	Arb	1,75	9,0
67	2021		<i>Tibouchina stenocarpa</i> Cogn.	ZR	A	3,0	27
68	2024	Monimiaceae	<i>Siparuna cujabana</i> A. DC.	ZR	A	2,1	8,0
69	2025	Moraceae	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	ZR	A	2,5	14
70	2160	Myrsinaceae	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Cd	A	4,0	23
71	1353*		<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez.	Ce	A	3,5	25
72	2165	Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i> O. Berg	Ce	Arb	2,1	16
73	2186		<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	Ce	Arb	2,5	24
74	2188		<i>Eugenia rigida</i> DC.	Ce	Arb	2,5	10

75	2029		<i>Myrcia bella</i> Cambess.	Cd	A	4,0	54
76	1632		<i>Myrcia lingua</i> (O.Berg.) Mattos	Ce	A	3,0	21
77	2033	Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	Ce	A	3,0	15
78	1354*	Ochnaceae	<i>Ouratea spectabilis</i> Engl.	Ce	A	3,0	25
79	1355*	Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Ce	AP	1,7	15
80	1356*		<i>Alibertia concolor</i> (Cham.) K. Schum.	Ce	Arb	1,5	12
81	1630	Rubiaceae	<i>Guetarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	Ce	A	4,0	20
82	2190		<i>Tocoyena Formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	Cd	A	1,75	10
83	2036	Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	ZR	A	4,0	17
84	1358*	Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> Radlk.	Cd	A	4,0	33
85	1359*		<i>Styrax camporum</i> Pohl.	Ce	AP	3,5	21
86	1360*		<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Ce	AP	3,1	24
87	2037	Styracaceae	<i>Styrax latifolium</i> Pohl	ZR	A	11	41
88	2039		<i>Styrax martii</i> Seub.	ZR	A	4,2	14
89	1627	Symplocaceae	<i>Symplocos pubescens</i> Klotzsch ex Benth.	Cd	A	3,0	13
90	1361*	Tiliaceae	<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	Cd	A	2,5	22
91	1362*	Verbenaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Ce	A	4,3	35
92	1363*		<i>Qualea dichotoma</i> Warm. ex Wille	Cd	AA	4,3	30
93	1364*		<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Ce	A	4,5	27
94	1365*		<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Ce	A	3,5	44
95	1366*	Vochysiaceae	<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl.	Ce	A	5,0	78
96	1367*		<i>Vochysia rufa</i> Mart.	Ce	AA	4,5	60
97	2041		<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	ZR	A	4,0	88

Foram obtidas seções de aproximadamente 15 a 20 µm de espessura das seções transversais e longitudinais - radiais e tangenciais, que foram duplamente coradas com safranina aquosa 1% e azul de astra aquoso 1% (1:9) (Bukatsch, 1972). As lâminas histológicas foram montadas permanentemente com resina sintética (Entellan[®]). A dissociação das células seguiu o método de Franklin (1945, modificado por Kraus & Arduim, 1997) e o corante safranina 1% aquoso (Sass, 1958) foi utilizado para a coloração dessas células. As lâminas semi-permanentes foram montadas em glicerina, utilizando pequena quantidade do material dissociado.

Para a caracterização do solo da área de estudo, foram coletadas amostras conforme as recomendações do Laboratório de Física e Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu, SP. O método de análise é do Instituto Agronômico de Campinas (Raij *et al.* 2001), na qual foram coletadas amostras de 20 locais diferentes de cada área de estudo e cada amostra foi retirada à 20 cm de profundidade. Estas amostras foram destorroadas e homogeneizadas, sendo retiradas 300g para análise neste mesmo Laboratório. Os seguintes dados foram obtidos:

teor de umidade; pH; teor de matéria orgânica e sulfato; e o teor dos elementos químicos – P, K, Ca, Mg, H, Al, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

As análises microscópicas qualitativas e quantitativas foram realizadas seguindo as instruções do IAWA Committee (1989) utilizando o microscópio de luz Axioskop 40 marca Zeiss, acoplado a câmera Axio Cam MRC e um computador, com o auxílio dos Sistemas de Análise de Imagens Axiovision e Axioviewer.

Foram calculados também os índices de vulnerabilidade (V = diâmetro dos elementos de vaso/frequência de vasos) e de mesomorfia ($M = V \times$ comprimento dos elementos de vaso) (Carlquist, 1977).

Para a análise estatística a avaliação dos graus de significância da variação foi obtida através da ANOVA, a verificação da homocedasticidade dos dados foi obtida através dos testes de Levene e Brown-Forsythe e os diferentes locais foram ordenados através do teste HSD de Tukey (Zar, 1996). Para verificar se os caracteres anatômicos permitem a individualização das espécies foi realizada uma análise de agrupamento baseada numa matriz de distância Euclidiana (Sneath & Sokal, 1973) para dados binários. Para esta análise foram utilizados os caracteres qualitativos e os quantitativos transformados nos intervalos de frequência determinados pelo IAWA Committee (1989). A análise dos componentes principais foi utilizada para ordenar as espécies e os caracteres anatômicos quantitativos e qualitativos, evidenciando os fatores de maior variância (Ludwig & Reynolds, 1988).

4.5. RESULTADOS

Para a análise estatística foram retiradas as espécies que se repetiam nas diferentes fitofisionomias, pois os resultados para a análise do componente principal, análise de agrupamento e porcentagens ficavam mascarados com estas repetições.

No geral, as espécies do cerrado *s.l.* apresentaram as seguintes características (Tabelas 2 e 3): camadas de crescimento presentes (91%) (Fig. 2, 20, 12), demarcadas por fibras do lenho tardio de paredes espessas e achatadas radialmente (45%); porosidade difusa (96%) (Fig. 2, 20, 12); vasos sem padrão de distribuição (78%) (Fig. 2, 20, 12); vasos solitários e múltiplos (91%) (Fig. 2, 12), de comprimento médio (58%) – 350 a 800

µm, diâmetro pequeno (74%) – 50 a 100 µm, alta frequência de vasos por mm² (41%) – 40 a 100 mm; placas de perfuração simples (91%) (Fig. 3, 18); pontoações intervasculares alternas (86%) (Fig. 4), pequenas (47%), – 4 a 7 µm; pontoações raio-vasculares semelhantes às intervasculares em tamanho e forma (87%) (Fig. 5); inclusões orgânicas (70%); fibras de comprimento pequeno (60%) – < 900 µm, com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas (68%), de paredes finas a espessas (68%); parênquima axial paratraqueal (67%) (Fig. 2, 17, 12), com 3 a 4 células por série (77%) (Fig. 17); raios com 1 a 3 células de largura (71%) (Fig. 6, 17, 19), de diferentes composições celulares - sendo as células procumbentes, eretas e quadradas misturadas pelo do raio com maior porcentagem (39%) (Fig. 7), células perfuradas de raio (47%) (Fig. 8), média frequência de raios por mm (74%) – 4 a 12 mm; cristais prismáticos (47%) (Fig. 9); índice de vulnerabilidade 1,6 e de mesomorfia 600.

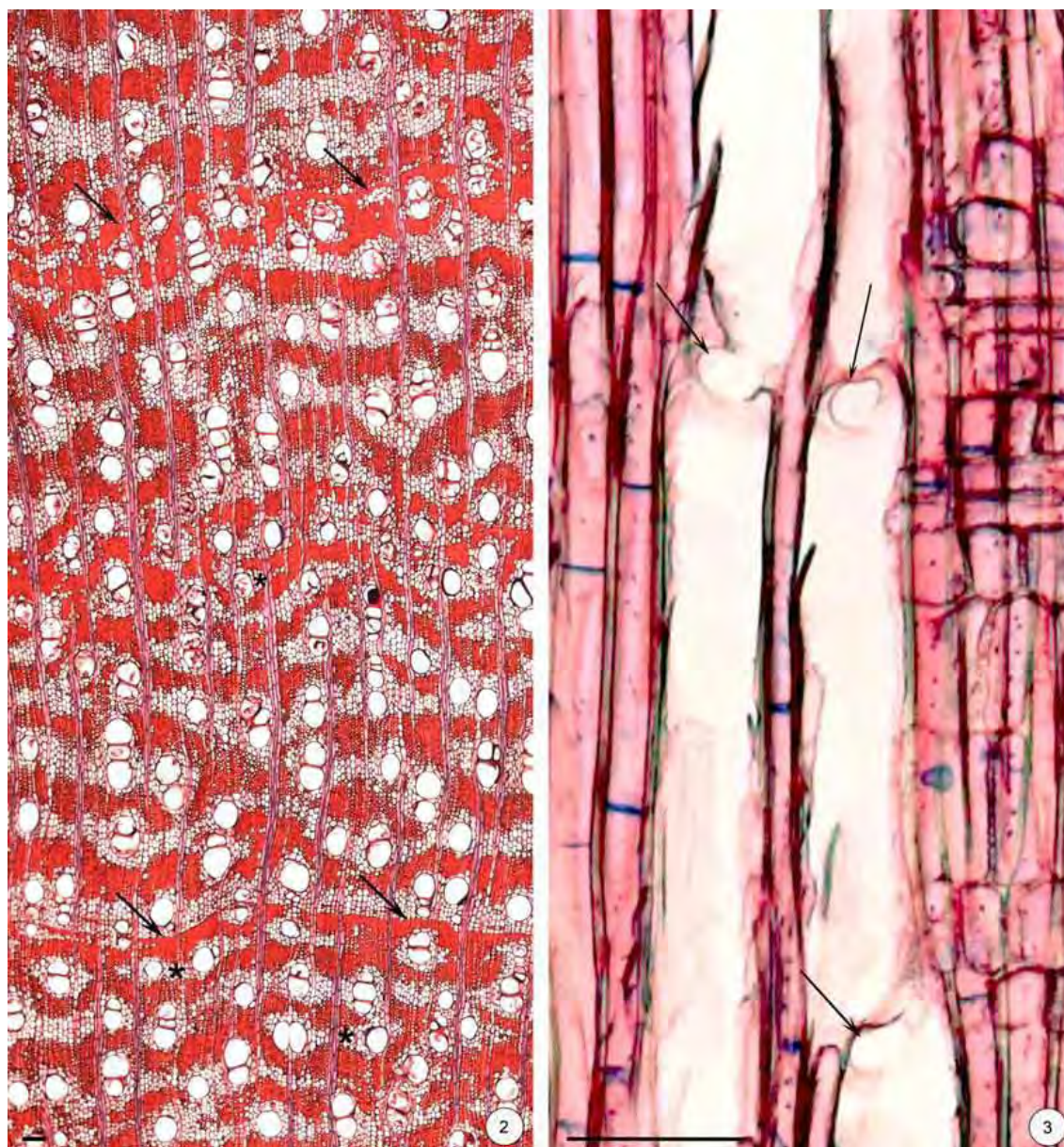


Figura 2-3. Características comuns às madeiras das espécies de cerrado *s.l.* 2. Camadas de crescimento presentes (setas), porosidade difusa e parênquima axial paratraqueal (*) em *Qualea dichotoma*, seção transversal. 3. Placas de perfurações simples (setas) em *Tabernaemontana fuchsiifolia*, seção tangencial. Barras: Fig. 2-3 = 100 μm .

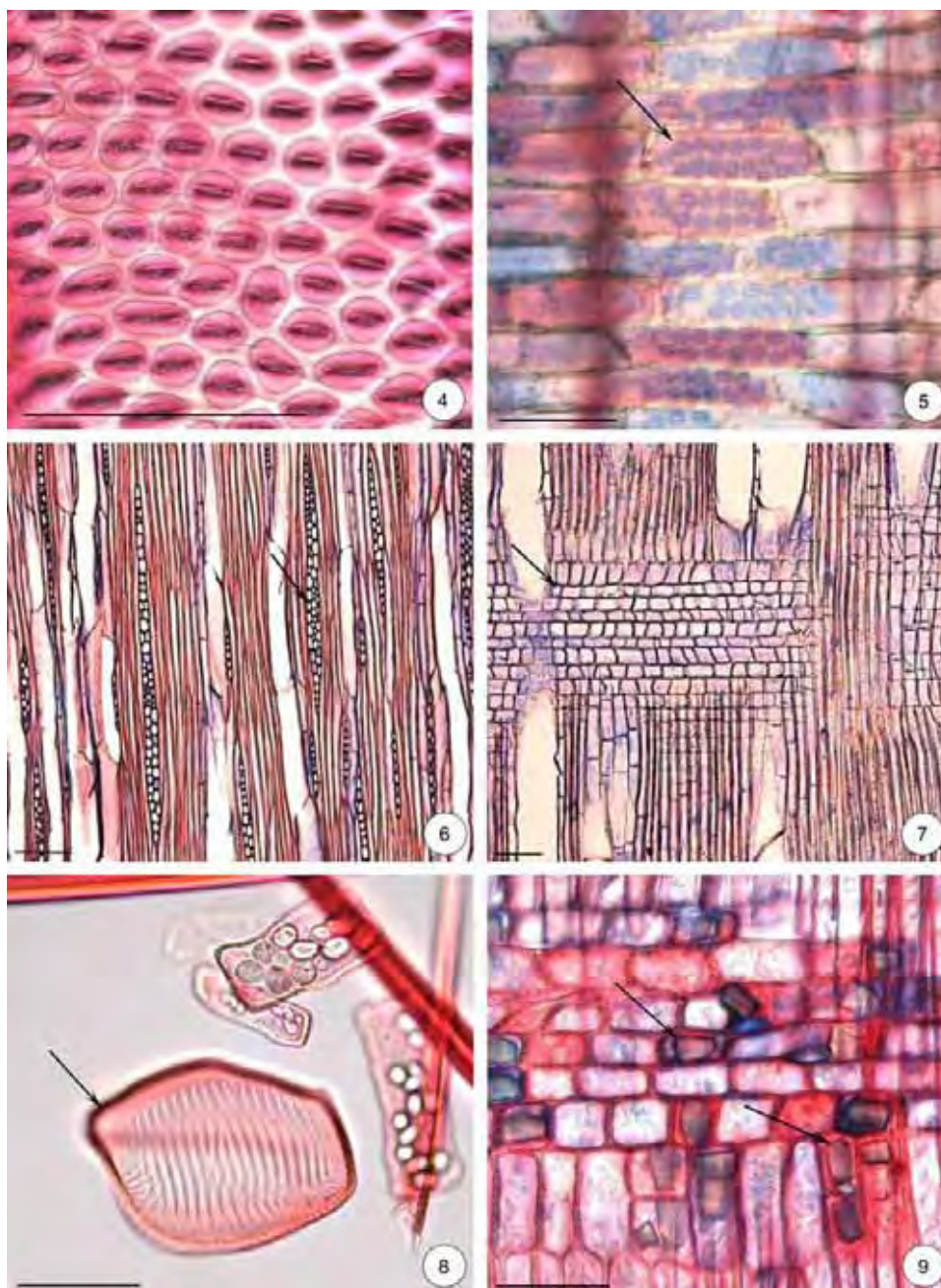


Figura 4-9. Características comuns às madeiras das espécies de cerrado *s.l.* 4. Pontoações intervasculares alternas, guarnecidas em *Terminalia brasiliensis*, seção tangencial. 5. Pontoações raio-vasculares semelhantes às intervasculares em tamanho e forma (seta) em *Acosmium subelegans*, seção radial. 6. Raios com 1 a 3 células de largura (seta) em *Baccharis dracunculifolia*, seção tangencial. 7. Células procumbentes, eretas e quadradas misturadas pelo raio (seta) em *Byrsonima basiloba*, seção radial. 8. Célula perfurada de raio (seta) em *Lacistema hasslerianum*, macerado. 9. Cristais presentes nas células do raio (setas) em *Protium heptaphyllum*, seção radial. Barras: Fig. 6-7 = 100 µm, e Fig. 4-5; 8-9 = 50 µm.

A análise do componente principal (Figura 10) evidencia que as características anatômicas variam dentro de fatores que, juntos, explicam 44% da variância total (Tabela 5). O eixo 1 responde por 26% da variância total e é influenciado pela temperatura média mensal, a temperatura do mês mais quente, temperatura anual, precipitação anual, altitude e pH. O eixo 2 responde por 18% da variação total e é influenciado pela ocorrência de placas de perfuração (PP) simples, PP escalariforme com mais de 10 barras, parênquima apotraqueal, comprimento dos elementos de vaso e das fibras. As espécies *Symplocos pubescens*, *Styrax camporum*, *S. ferrugineus*, *S. latifolium*, *S. martii*, *Siparuna cujabana*, *Clusia criuva*, *Lamanonia ternata*, *Schefflera vinosa* e *Dendropanax cuneatum* ficaram mais separadas das outras espécies, pois foram influenciadas principalmente pela presença de placas de perfuração escalariformes com mais de 10 barras e também pela influência de placas de perfuração com menos de 10 barras.

Tabela 5. Dados dos alto-valores da análise do componente principal.

Variáveis	Fator 1	Fator 2
Placas de perfuração simples	0,201625	0,766041*
Placas de perfuração escalariformes > 10 barras	-0,223309	-0,766036*
Parênquima axial apotraqueal	-0,037555	-0,709170*
Comprimento dos elementos de vaso (µm)	-0,255897	-0,812470*
Comprimento das fibras	-0,022481	-0,759835*
Temperatura média mensal	0,959282*	-0,120466
Temperatura máxima do mês mais quente	0,959282*	-0,120466
Temperatura média anual	0,959282*	-0,120466
Precipitação anual	-0,959282*	-0,120466
Altitude	0,959282*	-0,120466
pH	-0,959282*	-0,120444
Expl.var	2,708117	2,048302
Prp. Totl	0,338515	0,256038

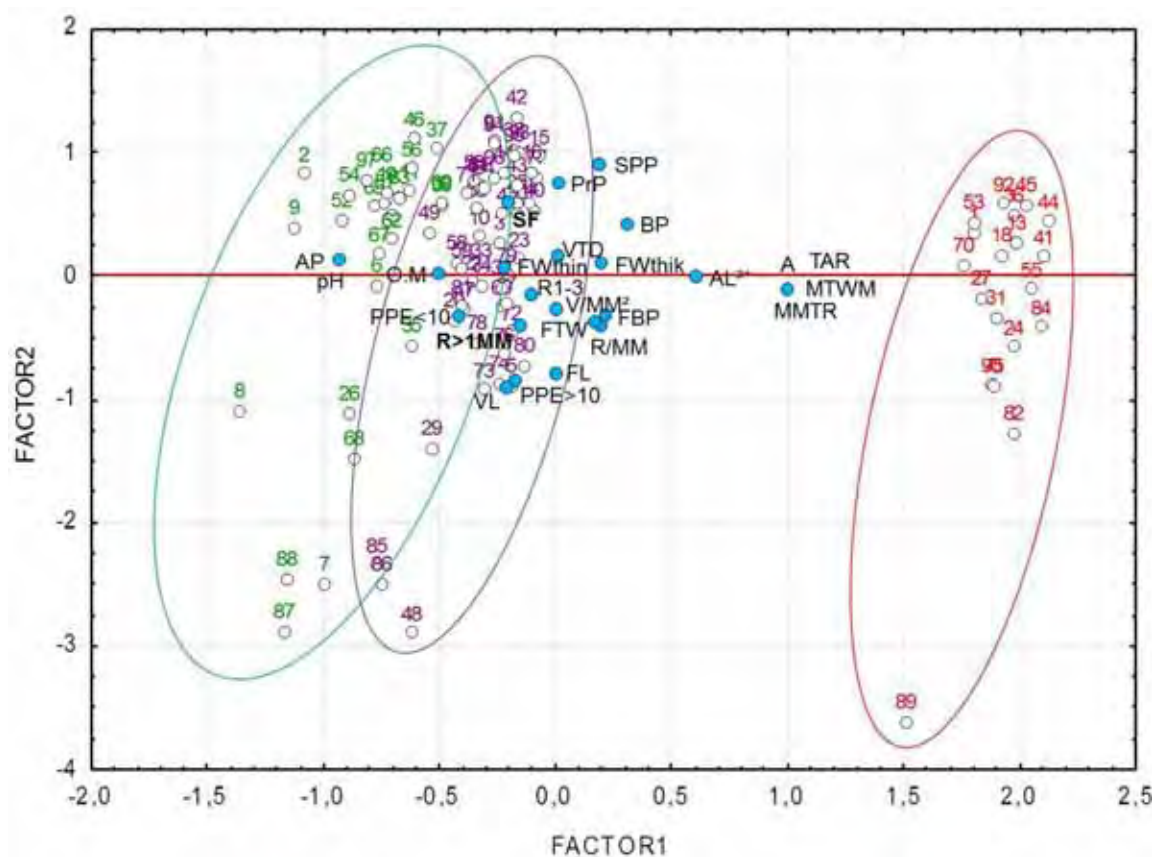


Figura 10. Análise do componente principal. Os números correspondem às espécies da Tabela 1. Cor verde = espécies da zona ripária; Cor roxa = espécies do cerrado s.s.; Cor vermelha = espécies do cerrado; SPP = placa de perfuração simples; PPE<10 = placas de perfuração escalariforme com até 10 barras; PPE>10 = placas de perfuração escalariforme com mais de 10 barras; FBP = fibras com pontoações areoladas distintas; SF = fibras septadas; FWThin = fibras de parede muito finas; FWThick = fibras de parede muito espessas; AP = parênquima apotraqueal; PrP = parênquima paratraqueal; BP = parênquima em faixas; R1-3 = raios com 1 a 3 células de largura; R>1MM = raios maiores que 1 mm; V/MM² = vasos por mm²; VL = comprimento do elemento de vasos; VTD = diâmetro tangencial dos vasos; FL = comprimento de fibras; FWT = espessura da parede das fibras; R/MM = raio por mm; MMTR = temperatura média mensal; MTWM = temperatura do mês mais quente; TAR = temperatura média anual; AP = precipitação anual; A = altitude; pH = pH; O.M. = matéria orgânica; Al³⁺ = alumínio.

A análise de agrupamento (Figura 11) demonstra que grande parte das espécies de mesma família, ainda que ocorram nas diferentes fitofisionomias do cerrado *s.l.* permanecem próximas umas das outras, como por exemplo, as espécies das famílias Annonaceae, Chrysobalanaceae, Lauraceae, Malpighiaceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Styracaceae e Vochysiaceae; as espécies da família Asteraceae também permanecem agrupadas, exceto *Piptocarpha rotundifolia*. Já, as espécies das famílias Erythroxylaceae, Fabaceae e Melastomataceae permanecem em dois grupos, exceto pela *Miconia chamissois* no último caso, contudo essas não são separadas pela área de ocorrência e sim por seus caracteres anatômicos, no caso da família Fabaceae as espécies *Dalbergia miscolobium* e *Platypodium elegans*, não apresentaram camadas de crescimento e nem fibras gelatinosas; no caso da família Erythroxylaceae, as espécies *Erythroxylum deciduum* e *E. pelleterianum* apresentaram fibras com paredes muito espessas e as camadas de crescimento são demarcadas também por variação na quantidade de parênquima axial; na família Melastomataceae, as espécies *Miconia theaezans* e *Microlepis oleaefolia* apresentaram também pontoações raio-vasculares com aréolas reduzidas à aparentemente simples, traqueídes, raios de dois tamanhos distintos, composição de raio diferente e drusas.

A análise de agrupamento ainda permitiu verificar que as espécies *Symplocos pubescens*, *Talauma ovata*, *Clusia criuva* e *Dendropanax cuneatum* que apresentaram placas de perfuração múltiplas escalariformes com mais de 10 barras permaneceram agrupadas. Entretanto, a espécie *Ilex theaezans* que também possui essas placas escalariformes ficou próxima do grupo da família Styracaceae, pois todas apresentam além das placas escalariformes com mais de 10 barras, o parênquima apotraqueal, enquanto que no outro caso o parênquima era paratraqueal. Algumas famílias (Clusiaceae, Chrysobalanaceae, Erythroxylaceae, Euphorbiaceae e Lacistmataceae) que estão na mesma ordem, Malpighiales, permaneceram próximas, bem como as da ordem Rosales (Cecropiaceae e Moraceae), da ordem Sapindales (Anacardiaceae e Burseraceae). As espécies da família Apocynaceae e Rubiaceae ficaram distantes entre si.

Apesar das diferenças e tendências observadas entre as diferentes fitofisionomias do cerrado *s.l.* análise de variância (Tabela 6), demonstrou que somente as características espessura da parede das fibras, pontoações inter e raio-vasculares foram diferentes estatisticamente.

Tabela 6. Dados estatísticos com análise de variância (ANOVA) das espécies estudadas no cerrado *s.s.* (Ce), cerradão (Cd) e na zona ripária (ZR). M = Média; DP = Desvio padrão. Parâmetros quantitativos analisados. * significativos a $p < 0.05$. As letras indicam os resultados do teste HSD tukey.

Características	Ce	Cd	ZR	F
	M±DP	M±DP	M±DP	
Vasos/mm ²	65.93±43.34	55.04±39.48	44.00±26,78	0.057012
Comprimento dos elementos de vasos	432.44±187,90	418.83±224.66	544.10±237,25	0.053204
Diâmetro tangencial dos vasos	70.91±20,78	76.02±27.39	82.49±28.17	0.137360
Comprimento de fibras	855.10±254,88	891.10±294.02	886.97±334,86	0.847220
Espessura da parede das fibras*	5.61±1.60a	5.56±1.78ab	4.61±1.74b	*0.035909
Raios/mm	9.40±3.32	9.74±3.99	7.77±2.62	0.063379
Pontoações intervasculares (µm)*	5.65±2.23a	6.69±2.38a	12.00±11.94b	*0.000453
Pontoações raio-vasculares (µm)*	6.03±4.01a	8.13±4.89ab	10.77±5.87b	*0.000292
	M	M	M	
Índice de vulnerabilidade	1.4	1.6	2.3	-
Índice de mesomorfia	492.2	500.9	1162.1	-

Frequências relativas foram calculadas para mostrar um possível padrão ou tendência das características microscópicas da madeira para as espécies de cerrado *s.l.* na Tabela 7.

Tabela 7. Frequência relativa das características anatômicas das espécies estudadas no cerrado s.s. (Ce), cerradão (Cd) e zona ripária (ZR). Os diferentes tipos de arranjo de vasos, placas de perfuração simples e múltiplas, pontoações inter e raio-vasculares, parênquima axial, células por série parenquimática e composição de raio podem ocorrer associados em uma mesma espécie, logo a soma dos percentuais ultrapassa 100%.

		Fitofisionomias		
		Ce	Cd	ZR
Canadas de crescimento	Presentes	94	79	82
	Ausentes	6	21	18
	Demarcadas por fibras do lenho tardio de paredes espessas e achatadas radialmente	72	47	68
	Demarcadas por faixas/linhas marginais de parênquima axial	32	26	18
	Demarcadas por outros marcadores	46	21	11
Vasos	Porosidade difusa	94	95	100
	Sem arranjo	70	89	86
	Arranjo tangencial/dendrítico	10	11	4
	Arranjo diagonal/radial	22	11	14
	Vasos solitários e múltiplos	86	89	100
	Placas de perfuração simples	94	95	82
	Placas de perfuração escalariforme com até 10 barras	8	0	29
	Placas de perfuração escalariforme com mais de 10 barras	6	5	21
	Placas de perfuração múltiplas de outros tipos	12	11	14
	Pontoações intervasculares escalariformes	0	0	21
	Pontoações intervasculares opostas	4	0	14
	Pontoações intervasculares alternas	92	95	68
	Pontoações guarneçadas	36	37	32
	Pontoações raio-vasculares semelhantes às intervasculares em tamanho e forma	90	89	79
	Pontoações raio-vasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples	24	37	61
	Pontoações raio-vasculares de dois tamanhos distintos em uma mesma célula	18	32	46
	Espessamento espiralado	8	11	4
	Tiloses	44	37	39
	Trabéculas	2	0	4
	Inclusões orgânicas	72	74	67
	Traqueídes	24	26	7
Fibras	Fibras com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas	62	79	71
	Fibras com aréolas pequenas (visíveis, mas < que 3 µm)	16	5	18
	Fibras com pontoações areoladas distintas	22	16	11
	Fibras septadas	40	26	50
	Faixas de fibras semelhantes ao parênquima axial	16	16	39
	Fibras com paredes finas	0	0	14
	Fibras com paredes de finas a espessas	64	63	79
	Fibras com paredes muito espessas	38	37	14
	Fibras gelatinosas	30	32	61
Parênquima axial	Parênquima ausente ou extremamente raro	0	0	4
	Apotraqueal	26	26	25
	Difuso	10	11	18
	Difuso em agregado	22	26	14
	Paratraqueal	66	63	71
	Escasso	24	21	50
	Vasocêntrico	30	26	21

Raios	Aliforme	26	32	18
	Confluente	28	37	14
	Unilateral	0	0	4
	Em faixas	42	53	25
	Com mais de 3 células de largura	18	32	7
	Em linhas com até 3 células de largura	12	21	11
	Reticulado	4	11	4
	Escalariforme	4	0	0
	Em faixas marginais	6	0	4
	2 a 4 células por série	84	84	79
	Mais que 5 células por série	42	37	64
	Raios exclusivamente unisseriados	20	21	21
	Raios com 1 a 3 células de largura	68	68	79
	Raios comumente com mais de 4 células de largura	20	16	4
	Raios > que 1 mm	48	37	50
	Todas as células do raio procumbentes	22	16	4
	Todas as células do raio eretas e/ou quadradas	8	5	18
	Células do corpo do raio procumbente com 1 fileiras de células marginais eretas e/ou quadradas	18	16	36
	Células do corpo do raio procumbentes com mais de 2 fileiras de células marginais eretas e/ou quadradas	30	16	29
	Com células procumbentes, eretas e/ou quadradas misturadas pelo do raio	38	53	36
	Células perfuradas de raio	48	58	39
Elementos secretores	Células oleíferas	6	11	7
	Canais axiais	2	5	0
	Canais radiais	0	5	7
	Canais de origem traumática	8	5	7
	Máculas	18	16	29
Inclusões minerais	Cristais Prismáticos	44	53	50
	Drusas	6	5	11
	Corpos sílicosos	2	5	11

No geral, as espécies da zona ripária foram caracterizadas por apresentar as seguintes características anatômicas do xilema secundário (Tabelas 6 e 7): camadas de crescimento distintas (82%) (Fig. 12), demarcadas por fibras do lenho tardio de paredes espessas e achatadas radialmente (68%); porosidade difusa (100%), vasos sem arranjo (86%), solitários e múltiplos (100%), placas de perfuração simples (82%), placas de perfuração escalariformes (39%) (Fig. 13) e de outros tipos (14%), pontoações intervasculares alternas (68%), guarnecidas (32%), pontoações raio-vasculares semelhantes às intervasculares em tamanho e forma (79%) e pontoações raio-vasculares com aréolas reduzidas a aparentemente simples – 10,7 μm (37%) (Fig. 14), espessamento espiralado (4%), inclusões orgânicas (67%); fibras com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas (71%), fibras septadas (50%), faixas de fibras semelhantes ao parênquima axial (39%) (Fig. 12), fibras com

paredes finas a espessas (79%) e muito finas – 4,61 (14%), fibras gelatinosas (61%) (Fig. 12); parênquima axial paratraqueal (71%), somente escasso (50%), com 2 a 4 células por série (79%) e com mais que 5 células por série (64%); raios com 1 a 3 células de largura (79%), maiores que 1 mm (50%), com células procumbentes, eretas e/ou quadradas misturadas pelo do raio (36%), células perfuradas de raio (39%); cristais prismáticos (50%); vasos de diâmetro pequenos – 82 μm , alta frequência de vasos/ mm^2 – 44 e comprimento de elemento de vaso médio – 544 μm , pontoações intervasculares pequenas – 12 μm ; e índice de vulnerabilidade 2,3 e mesomorfia 1162.

As espécies do cerrado s.s. foram caracterizadas por (Tabelas 6 e 7): camadas de crescimento distintas (94%), demarcadas por fibras do lenho tardio de paredes espessas e achatadas radialmente (72%); porosidade difusa (94%), vasos sem arranjo (70%), exclusivamente solitários (12%) (Fig. 20), solitários e múltiplos (86%), placas de perfuração simples (94%), placas de perfuração múltiplas (18%) (Fig. 15, 16), pontoações intervasculares alternas (92%), pontoações guarnecidas (36%), pontoações raio-vasculares semelhantes às intervasculares em tamanho e forma – 6,03 μm (90%), espessamento espiralado (8%) (Fig. 19), inclusões orgânicas (72%); traqueídes (24%) (Fig. 18), fibras com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas (62%) e com pontoações visíveis, mas menores que 3 μm e areoladas (38%) (Fig. 19), fibras septadas (40%), faixas de fibras semelhantes ao parênquima axial (16%), fibras com paredes finas a espessas (64%) e com paredes muito espessas (Fig. 20) – 5,61 μm (38%), e fibras gelatinosas (30%); parênquima axial paratraqueal (66%), em faixas (42%), com 2 a 4 células por série (84%) (Fig. 17) e com mais que 5 células por série (42%); raios com 1 a 3 células de largura (68%) (Fig. 19) e comumente com mais de 4 células de largura (20%), frequência de 9,74 raios/mm, maiores que 1 mm (48%), com células procumbentes, eretas e/ou quadradas misturadas pelo do raio (38%), células perfuradas de raio (48%); cristais prismáticos (44%); vasos de diâmetro pequenos – 70 μm , alta frequência de vasos/ mm^2 – 65 e comprimento de elemento de vaso médio – 432 μm , pontoações intervasculares pequenas – 5,65 μm ; e índice de vulnerabilidade 1,4 e mesomorfia 492.

As espécies do cerradão apresentaram, no geral (Tabelas 6 e 7): camadas de crescimento distintas (79%), demarcadas por fibras do lenho tardio de paredes

espessas e achatadas radialmente (47%); porosidade difusa (95%), vasos sem arranjo (89%), exclusivamente solitários (11%) (Fig. 20), solitários e múltiplos (89%), placas de perfuração simples (95%), placas de perfuração múltiplas (11%) (Fig. 15, 16), pontoações intervasculares alternas (95%), guarnecidas (37%), pontoações raio-vasculares semelhantes às intervasculares em tamanho e forma – 8,13 μm (89%), espessamento espiralado (Fig. 19) (11%), e inclusões orgânicas (74%); traqueídes (26%) (Fig. 18), fibras com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas (79%) e com pontoações visíveis, mas menores que 3 μm e areoladas (21%) (Fig. 19), fibras septadas (26%), faixas de fibras semelhantes ao parênquima axial (16%), fibras com paredes finas a espessas (63%) e com paredes muito espessas (Fig. 20) – 5,56 μm (37%), fibras gelatinosas (32%); parênquima axial paratraqueal (63%), em faixas (53%), com 2 a 4 células por série (84%) (Fig. 17) e com mais que 5 células por série (37%); raios com 1 a 3 células de largura (68%) e comumente com mais de 4 células de largura (16%), maiores que 1 mm (37%), com células procumbentes, eretas e/ou quadradas misturadas pelo do raio (53%), células perfuradas de raio (58%); cristais prismáticos (53%); vasos de diâmetro pequenos – 76 μm , alta frequência de vasos/ mm^2 – 55 e comprimento de elemento de vaso médio – 418 μm , pontoações intervasculares pequenas – 6,69 μm ; e índice de vulnerabilidade 1,6 e mesomorfia 500.

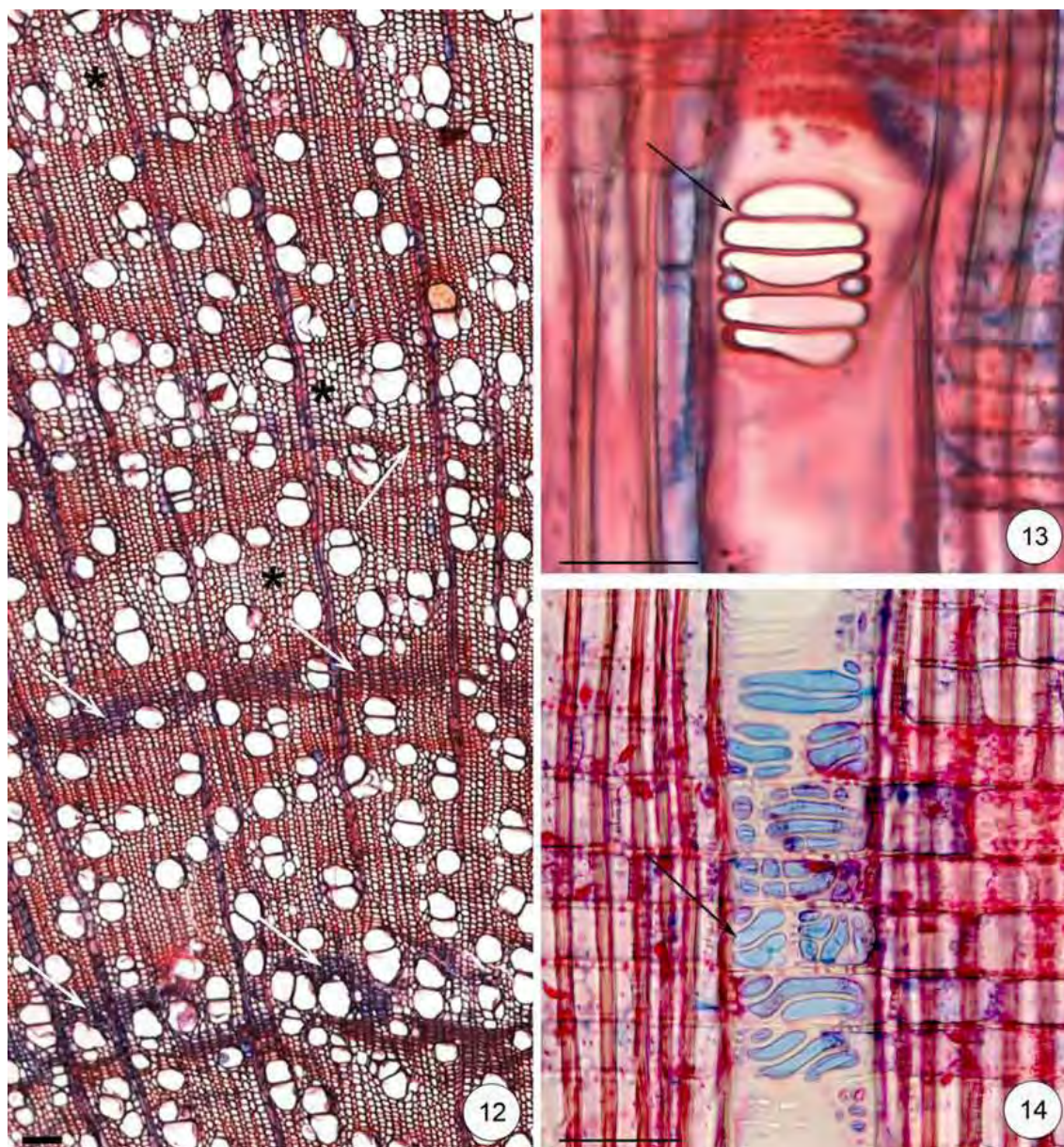


Figura 12-14. Características das espécies da Zona ripária. 12. Faixas de fibras semelhantes ao parênquima axial (*), fibras gelatinosas (setas) e parênquima axial escasso em *Persea venosa*, seção transversal. 13. Placa de perfuração escalariforme (seta) em *Styrax latifolia*, seção radial. 14. Pontoações raio-vasculares com tamanhos e formas distintas em *Persea venosa*, seção radial. Barras: Fig. 12 = 100 μm , e Figs. 13-14 = 50 μm .

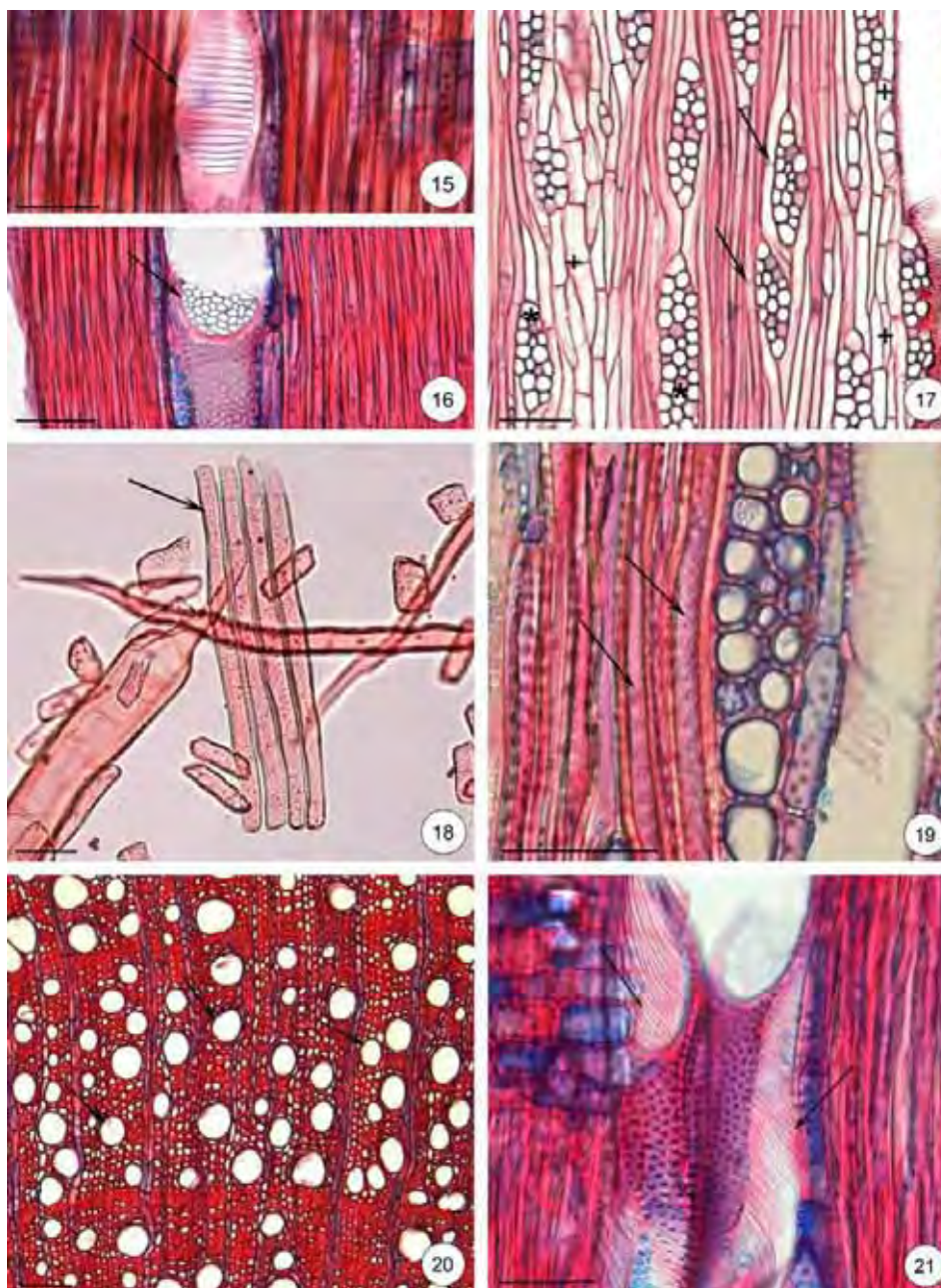


Figura 15-21. Características das espécies de cerrado s.s. e cerradão. 15. Placa de perfuração escalariforme (seta) em *Lacistema hasslerianum*, seção radial. 16. Placa de perfuração foraminada (seta) em *Lithraea molleoides*, seção radial. 17. Fibras septadas (setas), parênquima axial em faixas e paratraqueal (+) e raios (*) em *Qualea grandiflora*, seção tangencial. 18. Traqueídes (seta) em *Austroplenckia populnea*, macerado. 19-20. *Campomanesia pubescens*. 19. Fibras com pontoações areoladas (setas), seção tangencial. 20. Vasos exclusivamente solitários (setas), seção transversal. 21. Elementos de vaso com espessamento espiralado (setas) em *Lithraea molleoides*, seção radial. Barras: Figs. 17; 20 = 100 μm , e Figs. 15; 18; 19; 21 = 50 μm .

Os caracteres comuns entre as espécies de cada fitofisionomia foram relacionados e sumarizados na (Fig. 22).

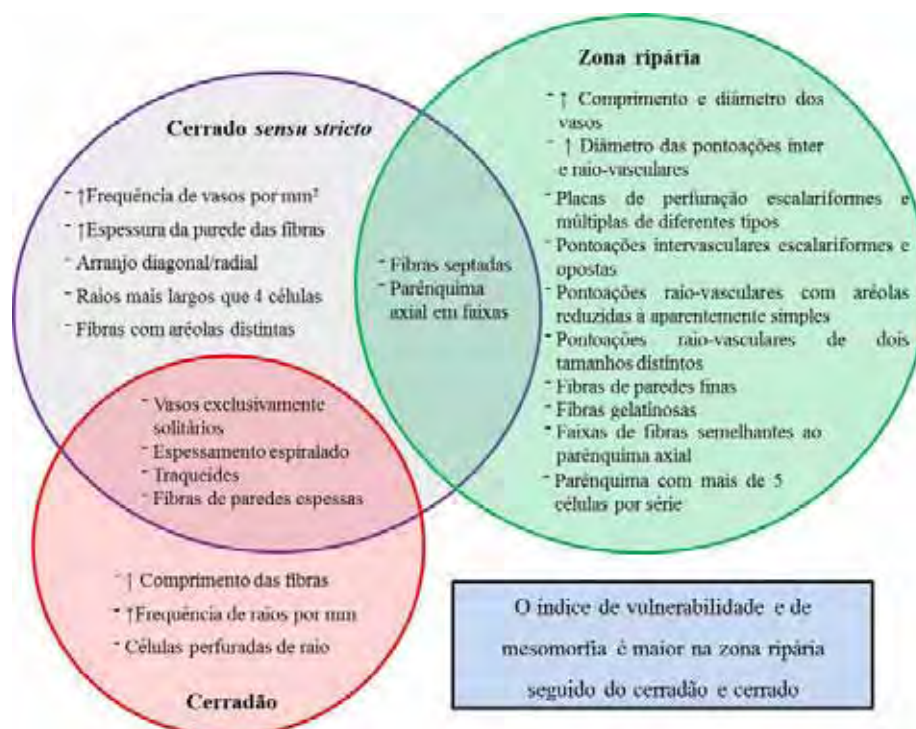


Figura 22. Características anatômicas da madeira comuns e que diferenciam as fitofisionomias.

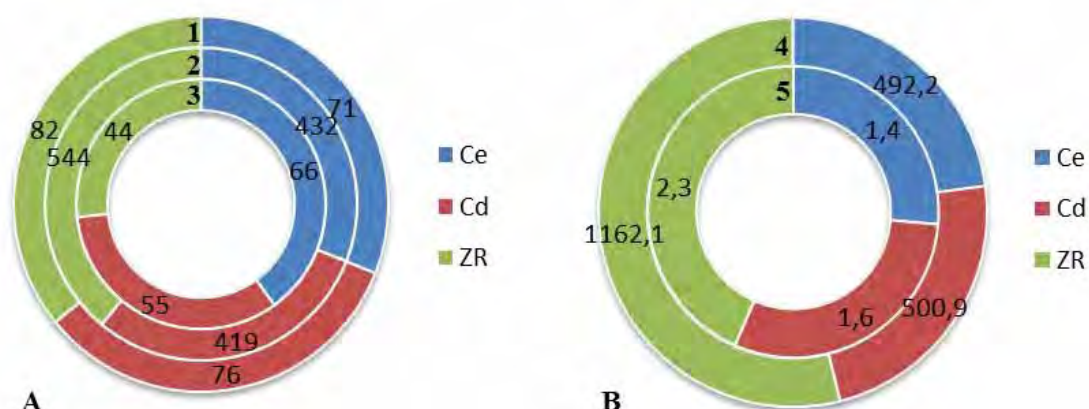


Figura 23. Comparação entre as características anatômicas relacionadas aos vasos nas fitofisionomias de cerrado s.s. (Ce), cerradão (Cd) e zona ripária (ZR). **A.** 1 = Diâmetro de vaso; 2 = comprimento do elemento de vaso; 3 = frequência de vaso/mm². **B.** 4 = índice de mesomorfia; 5 = índice de vulnerabilidade.

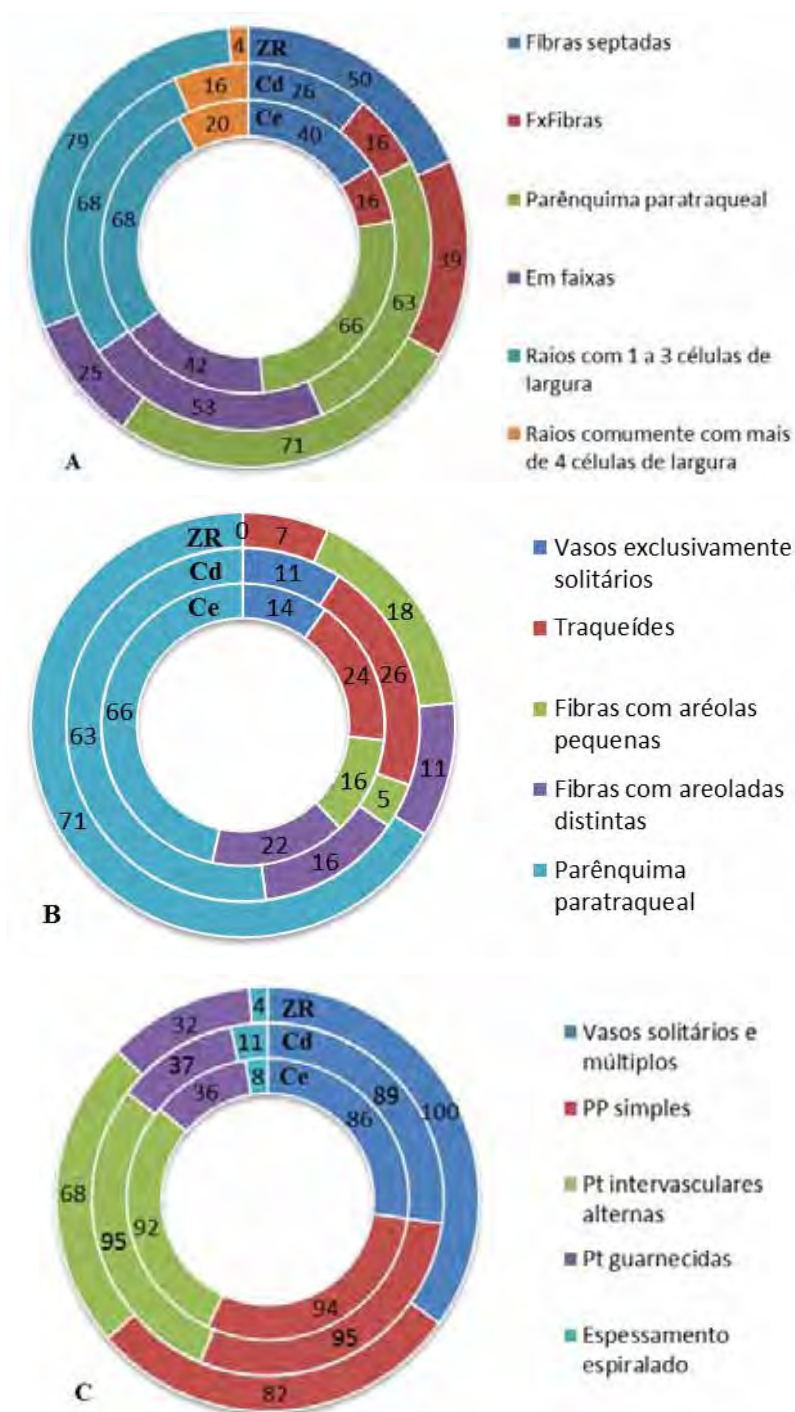


Figura 24. **A.** Comparação entre as características anatômicas de fibra e tipo parênquima; Fx = faixas de fibras semelhantes ao parênquima axial. **B.** Comparação entre as características anatômicas de vasos, traqueídes, fibras e parênquima. **C.** Comparação entre as características anatômicas de vasos; PP = placas de perfuração; Pt = pontoações. Nas fitofisionomias de zona ripária (ZR), cerradão (Cd) e cerrado s.s. (Ce).

4.6. DISCUSSÃO

O xilema secundário das espécies do cerrado *s.l.* apresentam características anatômicas que se enquadram em terras baixas dos trópicos, em que as espécies possuem aumento do diâmetro dos elementos de vaso, diminuição da frequência dos elementos de vaso, aumento em placas de perfuração simples, diminuição em placas de perfuração escalariformes e no número de barras, quando comparadas às características anatômicas que são comuns para os ambientes xéricos, frios temperado ou montanhosos, e tropicais ou méxicos (árvores e arbustos lenhosos de média elevação), de acordo com proposto pelo estudo de Wheeler & Baas (1991, baseado em Dickison 1989).

Vale ressaltar que o bioma cerrado para o Brasil representa um ambiente relativamente seco, com uma vegetação de aspecto xeromórfico quando comparados com outros biomas brasileiros, como, por exemplo, a Floresta Amazônica ou a Mata Atlântica, entretanto, este não se compara e nem se classificaria em ambientes xéricos, como uma área de deserto, pois nessas áreas o índice de vulnerabilidade é realmente baixo, como por exemplo, nos estudos de Carlquist & Hoeckman (1985) e Carlquist (1977) em áreas do Sul da Califórnia e Oeste da Austrália respectivamente, em que o índice de mesomorfia foi de 0,13 e de vulnerabilidade é 30; e mesomorfia 0,13 e vulnerabilidade 40, respectivamente (precipitação anual de 650 mm). No caso dos biomas Brasileiros, nas áreas de cerrado *s.l.* o índice de vulnerabilidade é de 1,6, que poderia ser classificado como seguras em ambientes mais secos quando comparados com as espécies da Mata Atlântica que possuem o índice de 4 a 12 (comunicação pessoal com Claudia F. Barros) e são adaptadas a ambientes mais méxicos. Portanto, os comentários gerais sobre eficiência e segurança, e aos índices de mesomorfia e vulnerabilidade seriam em relação a ambientes mais secos que possuem períodos de seca pronunciada de cerca de quatro meses com precipitação abaixo de 60 mm durante este período e precipitação média anual de 1300 mm.

No geral, as características anatômicas da madeira observadas para as espécies do cerrado *s.l.* são vistas como mais seguras na condução hídrica e são comuns para ambientes secos, como por exemplo: alta incidência de vasos múltiplos, em que caso um vaso sofra embolismo o outro continuaria a condução (Carlquist, 1977; Zimmermann, 1983) e alta frequência de vasos de diâmetro pequeno que, segundo Tyree & Zimmermann (2002),

aumentaria os caminhos alternativos para dar continuidade ao fluxo. Para as espécies de cerrado essas características anatômicas são esperadas, uma vez que essas, em geral, apresentam maior eficiência do uso de água, pois que estão expostas a condições mais adversas em termos de água (Hammerle, 2006).

As pontoações guarneçadas ocorrem somente em cerca de 35% das espécies de cerrado *s.l.* deste estudo. São de comum ocorrência em ambientes quentes e mais secos, no entanto, esses ambientes não são uma condição *sine qua non* para a existência dessas pontoações (Choat *et al.* 2007). A presença de pontoações guarneçadas indicam uma característica adaptativa que reduziria o risco de danos (rompimento nos casos de embolismo) às membranas das pontoações e à propagação do embolismo durante períodos de estresse hídrico (Choat *et al.* 2007; Zweypfenning, 1978), podendo ser considerada de grande importância num ambiente em que mais de 90% das espécies possuem placas de perfuração simples, uma vez que a combinação dessas características em um ambiente como o cerrado *s.l.*, poderia ser visto como um sistema de condução mais eficiente (presença de placas simples) (Jansen *et al.* 2004; Machado *et al.* 2005), durante a estação chuvosa e seguro (presença de pontoações guarneçadas e alta frequência de vasos), durante o período de seca.

As espécies deste bioma ainda apresentam características associadas a eficiência na condução, como presença de placas de perfuração simples que refletem vantagens na otimização do transporte de água em muitos ambientes (p.ex.: Schulte, 1999), pois apresentam menor resistência ao fluxo (Ellerby & Ennos, 1998) e de pontoações intervasculares alternas pequenas que são responsáveis por mais de 50% do total da resistência hídrica do xilema e mecânica das paredes dos vasos, indicando que elas são um fator importante na eficiência hídrica geral das plantas (Choat *et al.* 2007; Carlquist, 1988).

A grande maioria das espécies do cerrado *s.l.* apresentou camadas de crescimento distintas (91%). Este resultado confirma o sugerido por Worbes (1995) que em ambientes com precipitação abaixo de 60 mm por um período de 2 a 3 meses seria o suficiente para a formação de camadas de crescimento. Das espécies tropicais e subtropicais brasileiras poucas apresentam camadas de crescimento, (48% e 35% nos estudos de Alves & Angyalossy-Alfonso, 2000 e Mainieri *et al.* 1983, respectivamente), quando comparadas com as espécies do cerrado deste estudo.

Apesar das espécies do cerrado *s.l.* se enquadrarem em terras tropicais baixas, cada fitofisionomia – cerrado *s.s.*, cerradão e zona ripária, possui tendências particulares. Se observa na análise do componente principal que as espécies foram agrupadas por área de coleta, sendo que as espécies de cerrado *s.s.* e zona ripária permaneceram perto umas das outras, provavelmente devido a proximidade das áreas, das características do climáticas, do solo e altitude. Sendo que as espécies do cerradão foram separadas totalmente das outras fitofisionomias, principalmente pelas características de altitude, precipitação e temperatura. Contudo, quando comparadas todas as características quali e quantitativas, as espécies de cerradão permaneceram mais próximas as espécies de cerrado *s.s.*.

Analisando os dados quantitativos é possível notar que as espécies apresentam características particulares para as diferentes fitofisionomias. As espécies da zona ripária apresentam baixa frequência de vasos mais largos de maior comprimento e maior índice de vulnerabilidade e mesomorfia. Já, as espécies do cerrado *s.s.* são o oposto, alta frequência de vasos com menor diâmetro, de comprimento médio e menor índice de vulnerabilidade e mesomorfia. As espécies do cerradão, exceto pelo comprimento de vaso que é menor quando comparada às outras fitofisionomias, possui valores médios entre o cerrado e a zona ripária, isso se reflete no campo, pois o cerradão é referido como uma área de transição entre o cerrado *s.s.* e a floresta.

As espécies da zona ripária possuem vasos mais largos e placas de perfuração simples para a maioria das espécies, bem como alta porcentagem de pontoações intervasculares que estão entre médias e grandes ($7 < 10 \mu\text{m}$), e pontoações raio-vasculares de maior diâmetro (média $10,8 \mu\text{m}$) o que pode aumentar o fluxo hídrico, melhorando a eficiência na condução e diminuir a segurança. Segundo Pratt *et al.* (2007), espécies com maior eficiência no transporte são menos seguras por serem mais susceptíveis a cavitação, pois há maior área com pontoações por vasos o que implicaria em aberturas maiores, e que levaria a maior possibilidade de embolismo (Choat *et al.* 2003; Wheeler *et al.* 2005; Hacke *et al.* 2006). Por outro lado, as espécies dessa fitofisionomia possuem maior porcentagem de placas escalariformes e múltiplas de diferentes tipos, conferindo maior segurança no caso de embolismo, pois essas poderiam auxiliar na recuperação de vasos após a cavitação (Sperry, 1986).

Para as espécies de cerrado s.s. as características anatômicas, tanto quali quanto quantitativas (alta frequência de vasos por mm² de menor diâmetro, relativa presença de pontoações guarnecidas e placas de perfurações múltiplas), estão associadas a maior segurança, e relativa eficiência na condução, pois apesar de apresentar vasos mais estreitos, possuem placas de perfuração simples. Interessante notar que o índice de vulnerabilidade é baixo 1,4, portanto essas espécies estariam mais aptas a sobreviver em ambientes mais secos quando comparadas com as da zona ripária que é permanente úmida (índice de vulnerabilidade de 2,3). Apesar do cerrado neste estudo não ser uma área extremamente seca – precipitação média anual 1300 mm; o índice de vulnerabilidade foi similar ao encontrado por Lindorf (1994), de 1,31, numa área em que a precipitação média anual (558 mm) é muito menor que a da área de estudo.

Nas espécies da zona ripária em que o parênquima axial paratraqueal é escasso em cerca de 50% das espécies, se observa grande ocorrência de fibras septadas e faixas de fibras semelhantes ao parênquima axial. De acordo com Carlquist (1988), a presença deste tipo de fibra poderia substituir a função do parênquima como tecido de reserva. Devido a pouca quantidade de parênquima axial, é de grande importância uma alternativa para o armazenamento de reservas para as épocas de florescimento e frutificação dessas espécies. Por outro lado, nas espécies do cerrado e cerradão há abundância dos tecidos que acumulam reservas – fibras septadas ocorrem simultaneamente com o parênquima paratraqueal e em faixas, e raios mais largos quando comparados com as espécies da zona ripária. Estas características são de grande potencial na mobilização e armazenamento de metabólitos (Alves & Angyalossy-Alfonso, 2000), característica de grande importância num ambiente seco, em que as espécies precisam sustentar um rápido crescimento e florescimento com a chegada do período chuvoso.

Traqueídes possuem maior ocorrência nas espécies de cerrado e cerradão que as da zona ripária. Dessas, cerca de 60% também possuem fibras com pontoações com aréolas distintas ou pequenas (> que 3 µm) e também vasos exclusivamente solitários. Em um ambiente com um período de seca de até quatro meses, essas traqueídes e fibras com pontoações distintas, poderia segundo Baas & Schweingruber (1987) servir como um sistema subsidiário de condução de água no caso de embolismo nos vasos. Interessante observar que dessas, mais de 80% das espécies das duas fitofisionomias possuem parênquima

paratraqueal, que poderia auxiliar na manutenção da condução no vaso, mantendo a pressão osmótica dentro do vaso (Braun, 1984).

A ocorrência de espessamento espiralado nas espécies de cerrado e cerradão deste estudo pode resultar em vasos com paredes mais resistentes mecanicamente (Carlquist, 1988), além da presença predominante de pontoações intervasculares alternas, o que pode indicar a importância da manutenção da integridade das paredes dos vasos em condições variáveis de pressão osmótica (Oliveira, 2006), como durante o período de seca. No entanto, essa ocorrência para as espécies desse estudo é baixa, o que segundo Alves & Angyalossy-Alfonso (2000), Carlquist (1988), e Carlquist & Hoekman (1985) é normal, pois em espécies tropicais há uma baixa ocorrência dessa característica.

As fibras gelatinosas ocorrem em todas as fitofisionomias e com diferentes padrões, no entanto, quando comparadas, a maior incidência foi nas espécies da zona ripária. Algumas hipóteses já foram levantadas sobre sua formação e no geral é dito que as mesmas são formadas quando a madeira é imposta a um esforço mecânico constante, lenho de reação (Esau, 1974). No entanto, podem possuir padrões distintos em sua distribuição quando relacionadas à fenologia e aos diferentes regimes hídricos (ver Callado *et al.* 2001; Kozłowski & Pallardy, 1997). Em terrenos alagados, devido à resistência aos esforços contínuos pela “movimentação” do terreno, essas fibras seriam formadas para dar maior flexibilidade a madeira, o que pode explicar a maior incidência das mesmas nas espécies da zona ripária – fitofisionomia que permanece úmida mesmo no período de seca.

Em resumo, pôde-se observar que as espécies do cerrado *s.l.* possuem um padrão característico e são similares ao proposto para terras baixas dos trópicos. As características do lenho observadas neste estudo são consideradas mais seguras e são comumente observadas em espécies que ocorrem em regiões mais áridas (Baas & Carlquist, 1985; Baas *et al.* 1983; Baraja-Morales, 1985; Carlquist & Hoekman, 1985). Entretanto, vale ressaltar que as espécies de cada fitofisionomia do cerrado *s.l.* apresentam características que as separam umas das outras e que as características anatômicas como um todo sugerem estratégias na tentativa de sobrevivência das espécies aos diferentes ambientes. Interessante é que essas diferenças se refletem na área de coleta em que as árvores da zona ripária (permanentemente úmida) e cerradão são mais altas, com dossel mais fechado (o que diminui

a incidência de luz) quando comparamos com o cerrado s.s., que possui árvores mais baixas, maior quantidade de arbustos e que são espaçados entre si.

4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR-RODRÍGUEZ, S.; BAJARAS-MORALES, J. Anatomia de la madera de espécies arbóreas de un bosque mesófilo de montaña: um enfoque ecológico-evolutivo. **Boletín de la Sociedad Botánica de México**, Ciudad de México, v. 77, p. 51-58, 2005.

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. **IAWA Journal**, Leuven, v. 21, n. 1, p. 3-30, 2000.

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. **IAWA Journal**, Leuven, v. 23, n. 4, p. 391-418, 2002.

BAAS, P.; CARLQUIST, S. A comparison of the ecological wood anatomy of the floras of southern California and Israel. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 6, n. 4, p. 349-353, 1985.

BAAS, P.; SCHWEINGRUBER, H. Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 8, n. 3, p. 245-274, 1987.

BAAS, P. et al. Some ecological trends in vessel characters. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 4, n. 2, p. 141-159, 1983.

BARAJAS-MORALES, J. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 6, n. 4, p. 355-364, 1985.

BARROS, C. F. et al. Tendências ecológicas na anatomia da madeira de espécies da comunidade arbórea da Reserva Biológica de Poço das Antas. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 443-460, 2006.

BRAUN, H. J. The significance of the accessory tissues of the hydrosystem for osmotic water shifting as the second principle of water ascent, with some thoughts concerning the evolution of trees. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 5, n. 4, p. 275-294, 1984.

BUKATSCH, F. Bermerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin. **Mikrokosmos**, Stuttgart, v. 61, n. 8, p. 33-36, 1972.

CALLADO, C. H. et al. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil. **IAWA Journal**, Leuven, v. 22, n. 1, p. 29-42, 2001.

CARLQUIST, S. **Comparative wood anatomy**: systematic, ecological and evolutionary aspects of dycotiledons wood. Berlin: Springer Verlag, 1988. 436 p.

CARLQUIST, S.; HOEKMAN, D. A. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 6, n. 4, p. 319-347, 1985.

CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 64, n. 7, p. 887-896, 1977.

CARLQUIST, S. Further concepts in the ecological wood anatomy with comments on recent work in wood anatomy and evolution. **Aliso**, California, v. 9, n. 4, p. 499-553, 1980.

CHOAT, B. et al. Pit membrane porosity and water stress-induced cavitation in four co-existing dry rainforest tree species. **Plant Physiology**, Rockville, v. 141, n. 1, p. 41-48, 2003.

CHOAT, B. et al. Structure and function of bordered pits: new discoveries and impacts on whole-plant hydraulic function. **New Phytologist**, Lancaster, v. 177, n. 3, p. 608-626, 2007.

COUTINHO, L.M. O bioma do cerrado. In: KLEIN, A.L. (Org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro**. São Paulo: UNESP; Imprensa Oficial do Estado, 2002. p. 77-92.

DICKISON, W. C. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Harcourt Academic Press, 2000. 533 p.

DICKISON, W. C. Steps toward the natural system of the dicotyledons: vegetative anatomy. **Aliso**, California, v. 12, n. 3, p. 555-566, 1989.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Reviews**, New York, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.

ELLERBY, D. J.; ENNOS, A. R. Resistances to fluid flow of model xylem vessels with simple and scalariform perforation plates. **Journal of Experimental Botany**, United Kingdom, v. 49, n. 323, p. 979-985, 1998.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: EDUSP, 1974. 293 p.

FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature**, London, v. 155, p. 51, 1945.

HACKE, U.G. et al. Scaling of angiosperm xylem structure with safety and efficiency. **Tree Physiology**, Victoria, v. 26, n. 6, p. 689-701, 2006.

HAMMERLE, I.N.C. **Ecofisiologia comparativa de espécies arbóreas de cerrado s.s. e mata de galeria**. 2006. 78 f. Tese (Doutorado em Ecologia)-Universidade de Brasília, 2006.

IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 10, n. 2, p. 219-332, 1989.

JANSEN, S. et al. Variation in xylem structure from tropics to tundra: evidence from vestured pits. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v. 101, n. 23, p. 8833-8837, 2004.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Growth control in woody plants**. California: Academic Press, 1997. 642 p.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: Seropédica, EDUR, 1997. 198 p.

LINDORF, H. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. **IAWA Journal**, Leuven, v. 15, n. 4, p. 61-376, 1994.

LOEPFE, L. et al. The relevance of xylem network structure for plant hydraulic efficiency and safety. **Journal of Theoretical Biology**, London, v. 247, n. 4, p. 788-803, 2007.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York: John Wiley & Sons, 1988. 368 p.

MACHADO, S. R. et al. Comparative bark anatomy of root and stem in *Styrax camporum* (Styracaceae). **IAWA Journal**, Leuven, v. 26, n. 4, p. 477-487, 2005.

MACHADO, S.R. et al. Structural variation in root and stem wood of *Styrax* (Styracaceae) from Brazilian Forest and Cerrado. **IAWA Journal**, Leuven, v. 28, n. 2, p. 173-188, 2007.

MAINIERI, C. et al. **Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras**. São Paulo: Promocet, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1983. 241 p.

MARCATI, C. R. et al. Growth rings in cerrado woody species: occurrence and anatomical markers. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 3. Disponível em: <<http://www.Biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00206032006>>. Acesso em: 04 dez. 2006.

MICCO, V. et al. Wood anatomy and hydraulic architecture of stems and twigs of some Mediterranean trees and shrubs along a mesic-xeric gradient. **Trees**, Berlin, v. 22, n. 3, p. 43-655, 2008.

MILANEZ, C. R. D. **Estudos anatômicos e ultra-estruturais em Melastomataceae de cerrado**. 2007. 136 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2007.

OLIVEIRA, J. S. **Variações estruturais do lenho de espécies de cerrado do Estado de São Paulo**. 2006. 129 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

PINHO, R. A. et al. Contribuição ao estudo anatômico do lenho secundário de árvores da flora dos cerrados. IV. São Paulo Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v.19, n. 1/2, p. 171-183, 1992.

PRATT, R. B. et al. Relationships among xylem transport, biomechanics and storage in stems and roots of nine Rhamnaceae species of the California chaparral. **New Phytologist**, Lancaster, v. 174, p. 787-798, 2007.

RAIJ, B. VAN. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo. 2001. 285p.

RIBEIRO, J. E. L. S. et al. **Flora da Reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia central. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas-Departamento para o desenvolvimento internacional. 1999. 816 p.

SASS, J. E. **Elements of botanical microtechnique**. New York-London: McGraw-Hill Book, 1958. 222 p.

SCHULTE, P. J. Water flow through a 20-pore perforation plate in vessels of *Liquidambar styraciflua*. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 50, n. 336, p. 1179-1187, 1999.

SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy**. San Francisco: W. H. Freeman, 1973. 573 p.

SPERRY, J. S. Relationship of xylem embolism to xylem pressure potential stomatal closure and shoot morphology in the palm *Rhapis excelsa*. **Plant Physiology**, Washington, v. 80, n. 1, p. 110-116, 1986.

SPERRY, J. S. et al. Safety and efficiency conflicts in hydraulic architecture: scaling from tissues to trees. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 31, p. 632-645, 2008.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.

TYREE, M. T.; ZIMMERMANN, M. H. **Xylem structure and the ascent of sap**. Berlin: Springer, 2002. 156p.

WHEELER, E.; BAAS, P. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 12, n. 3, p. 75-332, 1991.

WHEELER, J. K. et al. Inter-vessel pitting and cavitation in woody Rosaceae and other vesselless plants: a basis for a safety versus efficiency trade-off in xylem transport. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 28, n. 6, p. 800-812, 2005.

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. **IAWA Journal**, Leuven, v. 16, n. 4, p. 337-351, 1995.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 662 p.

ZIMMERMAN, M. H. **Xylem structure and the ascent of sap**. 2.ed. New York: Springer-Verlag, 1983. 143 p.

ZWEYPFENNING, R. C. V. J. A hypothesis on the function of vessel pits. **IAWA Bulletin**, Leuven, v. 1, p. 13-15, 1978.

5. *Capítulo 3* - MADEIRAS DO CERRADO: SEGURANÇA OU EFICIÊNCIA NA CONDUÇÃO

**SONSIN, JULIA OLIVEIRA; GASSON, PETER; BARROS, CLAUDIA FRANCA &
MARCATI, CARMEN REGINA**

5.1. RESUMO. MADEIRAS DO CERRADO: SEGURANÇA OU EFICIÊNCIA NA CONDUÇÃO. O estudo de anatomia comparada da madeira de 11 espécies (38 espécimes) que ocorrem em cerrado *sensu stricto* (s.s.) e em zona ripária foi realizado com o principal objetivo de identificar as características anatômicas do xilema secundário com valor ecológico e relacionar estas às condições ambientais. As características anatômicas que variaram, de um modo geral, entre as fitofisionomias foram: camadas de crescimento (presença ou ausência), sua distinção (bem ou mal definidas) e seus marcadores; tilos e depósitos (de maior ocorrência nos espécimes do cerrado); fibras gelatinosas (predominância nos espécimes do cerrado e com padrões e quantidades diferentes quando comparados os espécimes nas duas fitofisionomias); variação no tipo de parênquima paratraqueal e parênquima em faixas (maior abundância no cerrado); e série parenquimática (maior número de células nos espécimes do cerrado). De uma maneira geral, os espécimes da zona ripária apresentaram vasos de maior diâmetro, menor frequência por mm² e pontoações intervasculares de maior diâmetro, o que indica maior eficiência na condução, enquanto que os espécimes do cerrado s.s. foram o oposto e apresentaram menor índice de vulnerabilidade e mesomorfia, demonstrando maior segurança sob condições de estresse hídrico.

Palavras-chave: Anatomia Comparada da Madeira, Cerrado *sensu stricto*, Segurança versus Eficiência, Xilema Secundário, Zona Ripária.

5.2. SUMMARY. CERRADO WOODS: SAFETY OR EFFICIENCY IN CONDUCTION. A comparative wood anatomy study of 11 species (38 specimens) which occur in cerrado *sensu stricto* (s.s.) and adjacent riparian zone was made with the main purpose to identify the secondary xylem anatomical characteristics of ecological value and correlate them to the environmental conditions. The anatomical features that vary, in a general way, between physiognomies were: growth rings (presence or absence), distinctness (well or poorly-defined) and markers; tyloses and deposits (more in cerrado specimens); gelatinous fibres (mostly in cerrado specimens and in different patterns and quantity when comparing specimens in both physiognomies); variation in paratracheal and banded parenchyma (higher incidence in cerrado); and higher number of cells per parenchyma strand in cerrado. In a general way, riparian zone specimens have larger vessels, low frequency per mm² and larger intervessel pits diameter, what indicates better efficiency in conduction, while cerrado s.s. specimens were the opposite and showed low vulnerability and mesomorphy index, demonstrating greater safety under conditions of water stress.

Key words: Cerrado *sensu stricto*, Comparative wood anatomy, Ecological wood anatomy, Safety versus efficiency, Riparian zone.

5.3. INTRODUÇÃO

O cerrado *sensu lato* (s.l.) é considerado a savana mais rica em biodiversidade no mundo (Oliveira & Marquis, 2002), além de ser um dos 25 “hotspots” globais (Mittermeier *et al.* 1999). Em sua maior parte é restrito ao Brasil, e faz fronteira com diversos biomas, tais como a Amazônia, o Pantanal, a Mata Atlântica e a Caatinga, o que enriquece sua flora, constituída por cerca de 7000 espécies de plantas, sendo que 44% das espécies vegetais são endêmicas (Castro, 1999). Este bioma é formado por diferentes tipos de fisionomias variando desde campo limpo, campo sujo, cerrado *sensu stricto* (s.s.) e cerradão (Coutinho 2002). Ao longo dos rios estão presentes as zonas ripárias, matas de galeria, campos rupestres, campos úmidos, que também são consideradas por alguns autores como parte do mesmo (Eiten, 1972).

Estudos em anatomia ecológica da madeira (p.ex.: Klaassen, 1999; Alves & Angyalossy-Alfonso, 2000, 2002; Lens *et al.* 2004; Barros *et al.* 2006; Loepfe *et al.* 2007; Pratt *et al.* 2007) são de grande importância para entender as estratégias empregadas pelas espécies vegetais para sobreviver nos diferentes ambientes. A interação entre a disponibilidade de água e a arquitetura hídrica pode influenciar fortemente a distribuição das

espécies (Pockman & Sperry 2000; Barros *et al.* 2006), alterando a capacidade fotossintética, a eficiência do uso de água e a quantidade de reservas para o período seco (Hammerle, 2006). No entanto, a forma como as plantas ajustam a anatomia do xilema secundário para otimizar a demanda da transpiração ou aumentar a estabilidade mecânica ainda é desconhecida em muitos aspectos, provavelmente devido ao pequeno número de espécies estudadas restritas a poucas regiões geográficas (Zanne *et al.* 2010).

No geral, os estudos comparativos do xilema secundário entre espécies de cerrado e outras formações florestais (ver Marcati *et al.* 2001; Machado *et al.* 2007) mostram que as principais diferenças observadas são as quantitativas – diâmetro e frequência de vasos, espessura e comprimento de fibras, e largura e frequência de raios, já as qualitativas quase não são observadas.

Este trabalho analisa comparativamente as características da anatomia da madeira de espécies que ocorrem em duas fitofisionomias de cerrado *s.l.* (cerrado *s.s.* e zona ripária) procurando associar as possíveis diferenças observadas com as condições ambientais, bem como verificar as estratégias utilizadas pelas espécies para sobreviverem nas diferentes fitofisionomias.

5.4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um remanescente bem preservado de cerrado *sensu lato* (*s.l.*), com 180 ha, localizado no município de Pratânia (Tabela 1), na região centro-oeste do estado de São Paulo, Brasil (Fig. 1 – os mapas foram montados pelo software DIVA-GIS). As espécies foram coletadas no cerrado *s.s.* e na zona ripária, ambas fitofisionomias da mesma área.

O solo do cerrado *s.s.* e da zona ripária são semelhantes entre si, ácidos, com pouca matéria orgânica, muito pobres em fósforo, quantidade elevada de alumínio (maior no cerrado), baixas quantidades de potássio, cálcio e magnésio, e ambos são considerados arenosos, mas há uma maior quantidade de argila na área de cerrado *s.s.* (ver Milanez, 2007).

Tabela 1. Caracterização da área de cerrado *sensu lato*, localizado no município de Pratânia – SP.

Área	Cerrado <i>sensu stricto</i>	Zona ripária
Coordenadas geográficas	22° 82' 01,8" S e 48° 74' 02,6" W	22° 80' 99,0" S e 48° 74' 06,4" W
Altitude (m)	715	715
Caracterização da vegetação	Estrato arbustivo e arbóreo mais disperso, baixo e de aspecto xeromórfico, de casca geralmente espessas, com folhas coriáceas e uma vegetação baixa constituída por gramíneas que recobrem o solo	Ocorre ao longo de rios de pequeno porte da região de cerrado, neste caso com lâmina d'água permanece mesmo no período de seca, é caracterizada por árvores altas em média de 20 a 30 m, e com pouca quantidade de arbustos

Os diagramas climáticos mostram que as duas fitofisionomias possuem um período de seca de cerca de quatro meses com precipitação abaixo de 60 mm (Fig. 2), a precipitação média anual é de 1306 mm e a temperatura média anual é de 19,9 °C (os parâmetros climáticos foram obtidos pelo software DIVA-GIS, como descrito por Hijmans *et al.* 2005). As diferentes fitofisionomias não apresentam mudanças climáticas provavelmente devido à proximidade das áreas.

Foram coletadas amostras de 11 espécies (38 espécimes de indivíduos adultos), que ocorrem no cerrado *s.s.* (Ce) e na zona ripária (ZR), dentro do cerrado *s.l.* (Tabela 2) por caminhadas aleatórias. As análises foram conduzidas nos ramos mais desenvolvidos dos caules por restrições ao uso de métodos destrutivos em áreas de reserva. Discos de aproximadamente 3 cm de espessura foram obtidos da porção basal destes ramos. A classificação das famílias seguiu o APGIII, 2009.

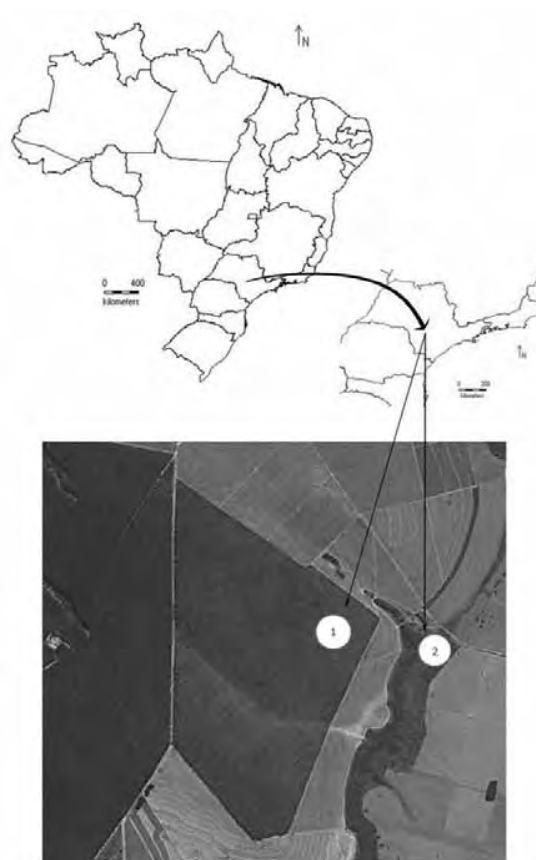


Figura 1. Mapa demonstrativo da área de estudo. 1 – Cerrado *sensu stricto*; 2 – Zona ripária.

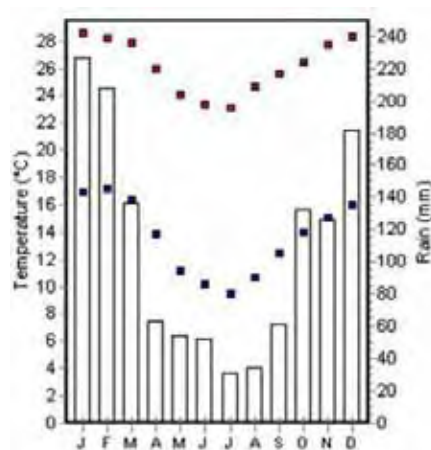


Figura 2. Diagrama climático para as espécies de cerrado s.s. e da Zona Ripária.

■ = temperatura relacionada ao período mais quente. ■ = temperatura relacionada ao período mais frio.

O hábito das espécies seguiu a classificação de Ribeiro *et al.* (1999), com adaptações: arbusto; árvore pequena (semelhante ao arbusto em tamanho, mas com apenas um tronco principal); árvore (com um tronco e copa bem desenvolvidos); e árvore alta (emergentes, com a copa acima do dossel). Os materiais botânicos foram coletados para a confirmação taxonômica das espécies e exsicatas preparadas e depositadas no Herbário “Irina Delanova de Gemtchujinikov” (BOTU) do Instituto de Biociências (IB). As amostras do lenho foram depositadas na Xiloteca “Maria Aparecida Mourão Brasil” (BOT_w) da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da UNESP, Campus de Botucatu.

Tabela 2. Espécies da área de estudo. BOTw = número da amostra na xiloteca; Hab = Hábito; H = Altura; CAP = Circunferência à altura do peito; Ce = cerrado *sensu stricto*; ZR = zona ripária; A = Árvore; Arb = Arbustos; AA = Árvores altas; AP = Árvores pequenas.

Família	Espécies	Área	BOTw	Hab	H (m)	CAP (cm)
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	ZR	1952	A	4,5	17
			1956		10	80
		Ce	1321	A	2,5	10
			1965		1,7	10
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana fuchsiifolia</i> A. DC.	ZR	1958	A	9,0	35
		Ce	1629		6,0	32
			1634		4,0	30
			1957		5,0	27
Araliaceae	<i>Schefflera vinosa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin & Fiaschi	ZR	1963	A	5,5	27
		Ce	1324		3,5	47
			1508		4,5	52
Euphorbiaceae	<i>Pera glabrata</i> Poepp. ex Baill.	ZR	1987	A	4,5	23
			1989		7,5	38
		Ce	1339	AA	3,5	22
			1579		4,5	17
Fabaceae- Caesalpinioideae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	ZR	1990	AP	4,5	25
		Ce	1351		4,0	35
			2043		3,5	38
Papilionoideae	<i>Acosmium subelegans</i> (Mohlenbr.) Yakovlev	ZR	1998	AP	4,2	30
		Ce	1342		3,5	35
			2044		3,3	40
Fabaceae- Mimosoideae	<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	ZR	1999	AP	7,0	40
			2000		6,0	38
		Ce	1352		4,0	40
			1537		4,5	47
Melastomataceae	<i>Tibouchina stenocarpa</i> Cogn.	ZR	2021	Arb	3,0	27
		Ce	2018		2,1	10
			1633		2,0	10
Monimiaceae	<i>Siparuna cujabana</i> A. DC.	ZR	2024	A	2,1	8,0
			2159		2,2	10
		Ce	2022		5,0	15

			2023		3,0	10
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	ZR	2036	A	4,0	17
		Ce	1357	AP	2,7	14
			1560		3,5	16
Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	ZR	2041		14	88
		Ce	1368	A	6,4	42
			2178		4,5	72

Foram obtidas secções transversais e longitudinais - radiais e tangenciais, de aproximadamente 15 a 20 μm de espessura, que foram duplamente coradas com safranina aquosa 1% e azul de astra aquoso 1% (1:9) (Bukatsch, 1972). As lâminas histológicas foram montadas permanentemente com resina sintética (Entellan[®]). A dissociação das células seguiu o método de Franklin (1945, modificado por Kraus & Arduim, 1997) e safranina 1% aquosa (Sass, 1958) foi utilizada para a coloração dessas células. As lâminas semi-permanentes foram montadas em glicerina, utilizando pequena quantidade do material dissociado.

As análises microscópicas qualitativas e quantitativas foram realizadas seguindo as instruções do IAWA Committee (1989). Entretanto, para as camadas de crescimento, utilizou-se a seguinte terminologia:

- presentes: visualizadas em todo o disco de madeira;
- bem definidas: os limites das camadas estão definidos, fáceis de serem observados e presentes em toda circunferência do disco;
- mal definidas: os limites das camadas não estão bem definidos em toda circunferência do disco;
- ausentes: os limites das camadas não estão visíveis em toda a circunferência do disco.

Os dados quantitativos foram obtidos utilizando o software analySIS acoplado ao microscópio de luz Olympus DP70, uma câmera Leitz DMRB e um computador. Quanto ao índice de agrupamento de vasos, foram feitas 100 contagens dos vasos para cada espécime, representados por 1 no caso de solitários, 2 no caso de geminados, 3 nos múltiplos de 3 e assim sucessivamente; e obtida a média dessas contagens.

Foram calculados também os índices de vulnerabilidade ($V = \text{diâmetro dos elementos de vaso/frequência de vasos}$) e de mesomorfia ($M = V \times \text{comprimento dos elementos de vaso}$) (Carlquist, 1977).

Para as análises estatísticas o teste Shapiro-Wilk foi utilizado para testar a normalidade das amostras (Zar, 1996), a análise de variância com design nested foi utilizada para testar a variação entre os espécimes de uma mesma espécie e entre os indivíduos das fitofisionomias estudadas (Jonsson & Malmqvist, 2000), o teste de HSD Tukey foi conduzido para múltiplas comparações e a análise dos componentes principais foi realizada para ordenar as espécies, as características quantitativas e qualitativas e as características climáticas, determinando os componentes de maior variância (Ludwig & Reynolds, 1988).

5.5. RESULTADOS

Família: Anacardiaceae – *Tapirira guianensis* (Fig. 3-8): **Camadas de crescimento:** bem definidas na ZR e mal definidas no Ce, demarcadas por fibras do lenho tardio de paredes espessas e achatadas radialmente. **Vasos:** porosidade difusa; vasos sem padrão na distribuição; placas de perfuração simples e escalariformes com até 9 barras, e somente nos espécimes do Ce transição de escalariformes para reticulada; pontoações intervasculares alternas, circulares e poligonais; pontoações raio-vasculares com aréolas muito reduzidas à aparentemente simples, arredondadas, horizontais a diagonais, e de dois tamanhos distintos na mesma célula do raio; tilos espalhados por todo o lenho e somente nos espécimes do Ce tilos raros. **Traqueídes:** ausentes. **Fibras:** com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas na parede radial; septadas; finas na ZR e no Ce de diferentes espessuras, desde finas a periodicamente com um leve espessamento formando faixas indistintas; fibras gelatinosas em faixas descontínuas e agrupadas na ZR e no Ce em faixas e em grandes grupos espalhados pelo lenho. **Parênquima axial:** paratraqueal escasso e somente no Ce vasicêntrico com bainha estreita; parênquima axial com septo; com 3 a 8 células por série. **Raios:** 1 a 2 células de largura; raros raios fusionados; células do corpo do raio procumbentes com 1 ou mais fileiras de células eretas e/ou quadradas, e poucos com células procumbentes, eretas e quadradas misturadas pelo do raio; poucas células perfuradas de raio com placa de perfuração escalariforme. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores e variantes cambiais:**

alguns canais radiais pequenos. **Inclusões orgânicas:** ausentes. **Inclusões inorgânicas:** cristais prismáticos em células procumbentes, eretas e/ou quadradas do raio e, somente no Ce mais de 1 cristal do mesmo tamanho por célula (raro), e de 2 tamanhos distintos por célula (raro). **Máculas:** presentes ou ausentes.

Família: Apocynaceae – *Tabernaemontana fuchsiifolia* (Fig. 9-14): **Camadas de crescimento:** mal definidas na ZR e bem definidas no Ce, demarcadas por fibras do lenho tardio de paredes espessas. **Vasos:** porosidade difusa; arranjo radial; na ZR vaso solitário com contorno angular; placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas, circulares; pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares em tamanho e forma; trabéculas nos elementos de vaso. **Traqueídes:** ausentes. **Fibras:** com aréolas pequenas (visíveis, mas menores que 3 µm) na parede radial; septadas; finas a espessas; somente no Ce fibras gelatinosas dispersas por todo o lenho e poucas agrupadas em faixas irregulares. **Parênquima axial:** não observado, mas se presente devem ser extremamente raros (no corte tangencial difícil observação, pois as margens dos raios unisseriados, e unisseriados longos a multisseriados podem se confundir com o parênquima axial). **Raios:** 1 a 3 células de largura; poucos raios com mais de 1 mm de altura, e a maioria destes são raios fusionados, dois ou mais fusionados, com a porção unisseriada da mesma largura que a multisseriada; células do corpo do raio procumbentes com a maioria de 2 a 4 fileiras de células marginais eretas e/ou quadradas; células perfuradas de raio frequentes. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores e variantes cambiais:** ausentes. **Inclusões orgânicas:** ausentes. **Inclusões inorgânicas:** mais de um cristal de tamanhos distintos – prismáticos, estiloidais e outras formas (maioria pequenas) nas fibras septadas. **Máculas:** ausentes.

Família: Araliaceae – *Schefflera vinosa* (Fig. 15-20): **Camadas de crescimento:** alguns limites bem definidos, demarcados por fibras do lenho tardio de paredes espessas e achatadas radialmente, dentro de cada camada de crescimento ocorre uma variação na espessura da parede das fibras, observando-se linhas concêntricas irregulares de fibras muito espessas que vão se misturando com as fibras finas e finas a espessas ao longo da camada. **Vasos:** porosidade difusa; vasos sem padrão na distribuição; placas de perfuração simples,

escalariformes com até 7 barras e transição de escalariformes para reticulada; pontoações intervasculares alternas e escalariformes; pontoações raio-vasculares com aréolas muito reduzidas à aparentemente simples, arredondadas, horizontais, de dois tamanhos distintos na mesma célula do raio e com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares em tamanho e forma; tilos raros somente nos espécimes do Ce. **Traqueídes:** ausentes. **Fibras:** com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas nas paredes radiais e tangenciais; septadas; fibras muito espessas, espessas e finas. **Parênquima axial:** paratraqueal escasso; algumas células parenquimáticas com septo; 2 a 4 células por série na ZR e mais de 8 no Ce. **Raios:** 1 a 3 células de largura na ZR e até 5 no Ce; células do corpo do raio procumbente com uma fileira de células marginais eretas e/ou quadradas; poucas células perfuradas de raio com placas de perfuração simples, escalariformes e transição de escalariformes para reticulada. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores e variantes cambiais:** poucos canais radiais largos no Ce e alguns canais radiais estreitos na ZR. **Inclusões orgânicas:** ausentes. **Inclusões inorgânicas:** ausentes. **Máculas:** ausentes.

Família: Euphorbiaceae – *Pera glabrata* (Fig. 21-26): **Camadas de crescimento:** bem a mal definidas, demarcadas em algumas por faixas de fibras gelatinosas e em outras por fibras do lenho tardio de paredes espessas e achatadas radialmente. **Vasos:** porosidade difusa; arranjo radial mais pronunciado na ZR que nos espécimes do Ce; placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas, circulares; pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares em tamanho e forma e com aréolas muito reduzidas à aparentemente simples, arredondadas, horizontais a diagonais e de dois tamanhos distintos na mesma célula do raio; algumas tilos somente na ZR. **Traqueídes:** ausentes. **Fibras:** com aréolas distintas (visíveis, mas menores que 3 μm) na parede radial; finas a espessas; fibras gelatinosas dispersas por todo o lenho e em faixas. **Parênquima axial:** difuso em agregado formando um padrão reticulado irregular; 3 a 8 células por série. **Raios:** em sua maioria unisseriados, localmente bisseriados e raros bisseriados; alguns raios são maiores que 1 mm; células do corpo do raio procumbentes com 2 a mais fileiras de células marginais eretas e/ou quadradas e poucas somente com células eretas e/ou quadradas. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores e variantes cambiais:** ausentes. **Inclusões orgânicas:** depósitos nos vasos próximos a medula. **Inclusões inorgânicas:** cristais prismáticos em

células subdivididas do parênquima axial e, somente no Ce, mais de um cristal do mesmo tamanho por célula; corpos silicosos nas células de raio e do parênquima axial. **Máculas:** ausentes.

Família: Fabaceae-Caesalpinioideae – *Dimorphandra mollis* (Fig. 27-32): **Camadas de crescimento:** mal definidas, demarcadas por achatamento radial das células parenquimáticas, notadas em algumas poucas porções da amostra, sendo ausente em apenas um indivíduo do Ce. **Vasos:** porosidade difusa; vasos sem padrão na distribuição; placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas, poligonais e guarneçadas; pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares em tamanho e forma. **Traqueídes:** ausentes. **Fibras:** com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas nas paredes radiais e poucas nas tangenciais; muito espessas na ZR e finas a espessas no Ce; fibras gelatinosas próximas a medula na ZR e fibras gelatinosas dispersas por todo o lenho no Ce. **Parênquima axial:** linhas com até 3 células de largura, aliforme losangular, confluyente curto a longo e somente no Ce em faixas com mais de 3 células de largura; com 2 a 8 células por série. **Raios:** 1 a 3 células de largura na ZR e 1 a 2 no Ce; células do corpo do raio procumbente com uma fileira de células marginais eretas e/ou quadradas e todas as células procumbentes. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores e variantes cambiais:** ausentes. **Inclusões orgânicas:** depósitos em alguns vasos na ZR, podendo estar presentes nos indivíduos do Ce. **Inclusões inorgânicas:** cristais prismáticos em células subdivididas do parênquima axial. **Máculas:** ausentes.

Família: Papilionoideae – *Acosmium subelegans* (Fig. 33-38): **Camadas de crescimento:** bem definidas, demarcadas por linhas marginais de parênquima axial. **Vasos:** porosidade difusa; vasos sem padrão na distribuição; placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas, circulares e somente na ZR poligonais (raras), guarneçadas; pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares em tamanho e forma. **Traqueídes:** ausentes. **Fibras:** com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas nas paredes radiais e poucas nas tangenciais; muito espessas; fibras gelatinosas agrupadas por todo o lenho e, somente no Ce em faixas largas (concêntricas). **Parênquima axial:** linhas com até 3 células de largura, aliforme losangular, confluyente curto a longo, unilateral e difuso e, somente

no Ce, faixas com mais de 3 células de largura; com 2 a 4 células por série na ZR e até 6 no Ce. **Raios:** 1 a 3 células de largura; poucos com a porção unisseriada da mesma largura da porção multisseriada; poucos fusionados; células do corpo do raio procumbentes com 1 a 2 fileiras de células marginais eretas e/ou quadradas; poucas células perfuradas de raio com placas de perfuração simples. **Estrutura estratificada:** presente. **Elementos secretores e variantes cambiais:** ausentes. **Inclusões orgânicas:** dois a três tipos de depósitos em alguns vasos. **Inclusões inorgânicas:** cristais prismáticos em células subdivididas do parênquima axial e, somente no Ce, mais de um cristal do mesmo tamanho por célula (um a dois por célula, até três). **Máculas:** podendo estar presentes nos indivíduos do Ce e ausentes nos da ZR.

Família: Fabaceae-Mimosoideae – *Stryphnodendron polyphyllum* (Fig. 39-44): **Camadas de crescimento:** bem a mal definidas na ZR, demarcadas por fibras do lenho tardio de paredes espessas e achatadas radialmente e, somente no Ce mal definidas, demarcadas por fibras do lenho tardio de paredes irregularmente espessas. **Vasos:** porosidade difusa; vasos sem padrão na distribuição; placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas, circulares e poligonais, guarnecidas; pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares em tamanho e forma. **Traqueídes:** ausentes. **Fibras:** com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas em ambas as paredes radiais e tangenciais; faixas de fibras semelhantes ao parênquima axial; finas a espessas; poucas fibras gelatinosas dispersas perto do câmbio ou ausentes na ZR e poucas agrupadas em faixas irregulares, sendo algumas próximas a medula no Ce. **Parênquima axial:** vasicêntrico e aliforme losangular e, somente no Ce, paratraqueal escasso e confluyente curto a longo; com 2 a 4 células por série na ZR e até 5 no Ce. **Raios:** exclusivamente unisseriados e localmente bisseriados; todas as células procumbentes. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores e variantes cambiais:** ausentes. **Inclusões orgânicas:** depósitos podem estar presentes em alguns vasos. **Inclusões inorgânicas:** cristais prismáticos em fibras subdivididas, um por câmara. **Máculas:** presentes somente no Ce.

Família: Melastomataceae – *Tibouchina stenocarpa* (Fig. 45-50): **Camadas de crescimento:** mal definidas, demarcadas por fibras do lenho tardio de paredes espessas e achatadas radialmente e, somente no Ce, demarcadas por fibras do lenho tardio achatadas radialmente.

Vasos: porosidade difusa; vasos sem padrão na distribuição; placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas, circulares, guarnecidas; pontoações raio-vasculares com aréolas muito reduzidas à aparentemente simples, arredondadas, horizontais a verticais, de dois tamanhos distintos na mesma célula do raio e com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares em tamanho e forma; e, somente no Ce, tilos comuns. **Traqueídes:** ausentes. **Fibras:** com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas em ambas as paredes radiais e tangenciais; septadas; faixas de fibras semelhantes ao parênquima axial; finas a espessas na ZR e muito espessas no Ce; poucas fibras gelatinosas em faixas na ZR e, no Ce, concêntricas em faixas largas e estreitas. **Parênquima axial:** apotraqueal difuso e paratraqueal escasso; algumas células parenquimáticas com septo; 2 a 4 células por série na ZR e até 5 no Ce. **Raios:** 1 a 2 células de largura na ZR e até 3 no Ce; poucos com a porção unisseriada da mesma largura que a porção multisseriada em alguns espécimes do Ce; poucos raios maiores que 1 mm, alguns fusionados; todas as células eretas e/ou quadradas. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores e variantes cambiais:** ausentes. **Inclusões orgânicas:** depósitos presentes em alguns vasos somente nos espécimes do Ce. **Inclusões inorgânicas:** drusas em células eretas e quadradas do raio somente nos espécimes do Ce. **Máculas:** ausentes na ZR e presentes no Ce.

Família: Monimiaceae – *Siparuna cujabana* (Fig. 51-56): **Camadas de crescimento:** ausentes na ZR e bem a mal definidas no Ce, demarcadas por fibras do lenho tardio achatadas radialmente e linhas marginais de parênquima axial irregulares derivadas do difuso em agregado. **Vasos:** porosidade difusa; arranjo radial; placas de perfuração simples e múltiplas escalariformes com até 5 barras e somente no Ce com até 10 barras, e somente no Ce algumas reniformes e transição de escalariformes para reticulada; pontoações intervasculares alternas, circulares; pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares em tamanho e forma, com aréolas muito reduzidas a aparentemente simples, arredondadas e horizontais a diagonais e somente no Ce verticais, e de dois tamanhos distintos na mesma célula do raio; poucos tilos. **Traqueídes:** ausentes. **Fibras:** com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas em ambas as paredes radiais e tangenciais; finas a espessas na ZR e muito espessas no Ce. **Parênquima axial:** difuso em agregados formando linhas; com 2 a 4 células por série na Zr e até 5 no Ce. **Raios:** 1 a 3 células de largura; a maioria dos raios são

maiores que 1 mm; muitos raios fusionados; todas as células eretas e/ou quadradas e somente no Ce poucas com células procumbentes, eretas e/ou quadradas misturadas pelo do raio; algumas células perfuradas de raio com placas de perfuração simples, escalariformes e transição de escalariformes para reticulada. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores e variantes cambiais:** ausentes. **Inclusões orgânicas:** depósitos podem estar presentes em alguns vasos. **Inclusões inorgânicas:** ausentes. **Máculas:** ausentes.

Família: Rutaceae – *Zanthoxylum rhoifolium* (Fig. 57-62): **Camadas de crescimento:** mal definidas na ZR e bem definidas no Ce, demarcadas por fibras do lenho tardio de paredes espessas e achatadas radialmente associadas à canais traumáticos. **Vasos:** porosidade difusa; vasos sem padrão na distribuição; placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas, circulares; pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares em tamanho e forma. **Traqueídes:** ausentes; **Fibras:** com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas em ambas as paredes radiais e tangenciais; faixas de fibras semelhantes ao parênquima axial somente no Ce; finas a espessas. **Parênquima axial:** paratraqueal escasso; com 2 células por série. **Raios:** 1 a 2 células de largura; células do corpo do raio procumbente com uma fileira de células marginais eretas e/ou quadradas. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores e variantes cambiais:** canais de origem traumática em linhas tangenciais e no Ce essas linhas são longas. **Inclusões orgânicas:** depósitos dentro de canais traumáticos. **Inclusões inorgânicas:** ausentes. **Máculas:** presentes somente na ZR.

Família: Vochysiaceae – *Vochysia tucanorum* (Fig. 63-68): **Camadas de crescimento:** mal definidas na ZR demarcadas por faixas marginais, e bem definidas no Ce, demarcadas por faixas marginais derivadas do aliforme confluyente longo e mal definidas, e demarcadas por fibras gelatinosas no lenho tardio e por canais traumáticos no lenho inicial. **Vasos:** porosidade difusa; vasos sem padrão na distribuição; vaso solitário com contorno angular; placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas, poligonais e somente no Ce circulares, guarnecidas; pontoações raio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares em tamanho e forma; tilos comuns. **Traqueídes:** ausentes. **Fibras:** com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas em ambas as paredes radiais e tangenciais;

finas na ZR e finas a espessas no Ce; fibras gelatinosas em faixas largas e estreitas e agrupadas por todo o lenho. **Parênquima axial:** confluyente curto a longo formando faixas irregulares, aliforme losangular, vasicêntrico e somente no Ce com mais de 3 células de largura; com 2 a 8 células por série. **Raios:** 1 a 4 células de largura na ZR e até 5 no Ce; alguns raios axialmente fusionados; somente na ZR raios maiores que 1 mm e ocasionalmente fusionados; células do corpo do raio procumbentes, sendo a maioria com 1 a 2 fileiras marginais de células eretas e/ou quadradas. **Estrutura estratificada:** ausente. **Elementos secretores e variantes cambiais:** canais de origem traumática em linhas tangenciais; idioblastos associados ao parênquima axial. **Inclusões orgânicas:** depósitos em alguns vasos. **Inclusões inorgânicas:** drusas em idioblastos. **Máculas:** ausentes.

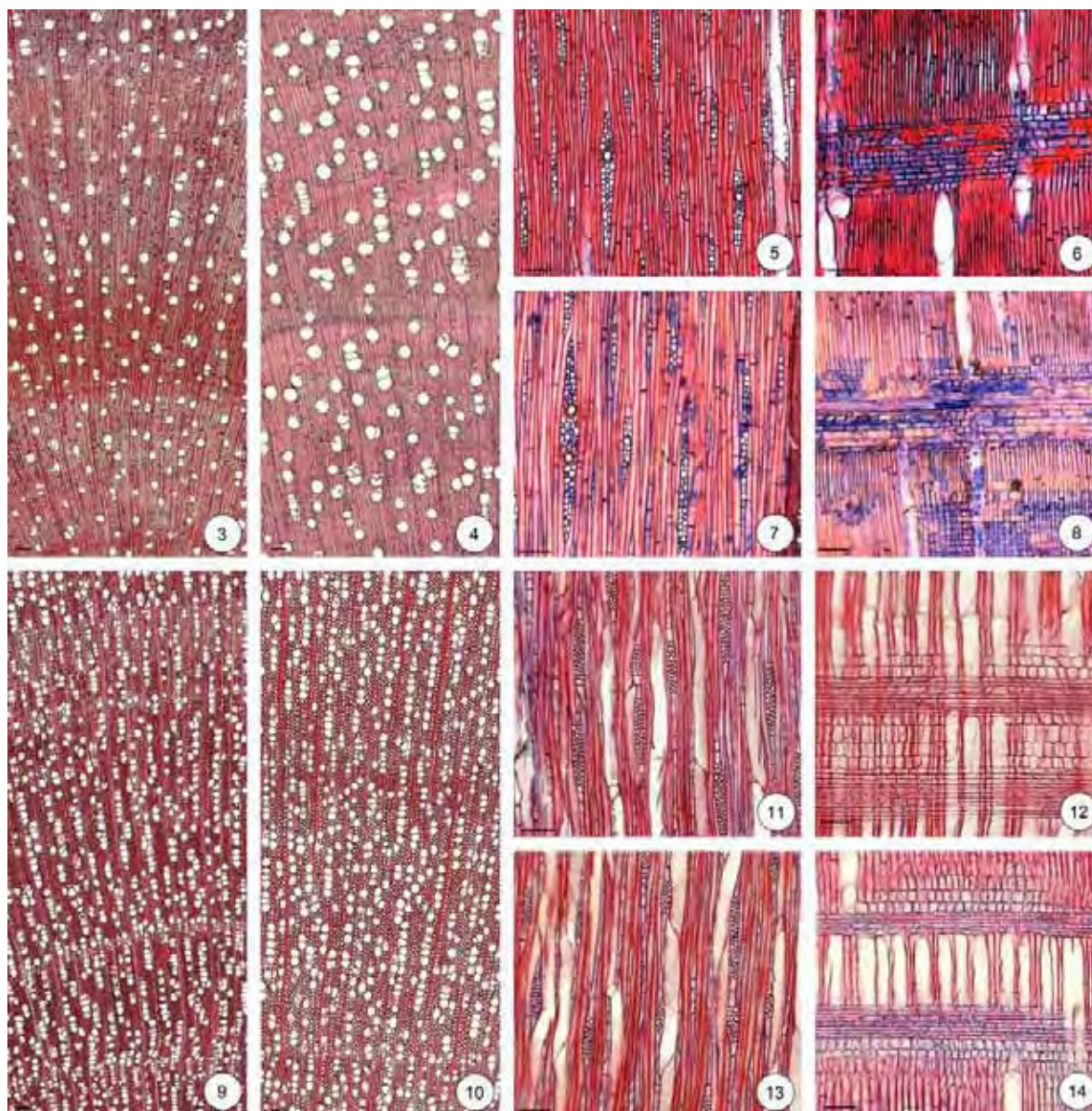


Fig. 3-8. *Tapirira guianensis*. 3. Seção transversal do cerrado (Ce). 4. Seção transversal da zona ripária (ZR). 5. Seção tangencial do Ce. 6. Seção radial do Ce. 7. Seção tangencial da ZR. 8. Seção radial da ZR. Fig. 9-14. *Tabernaemontana fuchsiifolia*. 9. Seção transversal do Ce. 10. Seção transversal da ZR. 11. Seção tangencial do Ce. 12. Seção radial do Ce. 13. Seção tangencial da ZR. 14. Seção radial da ZR. Barras: 100µm.

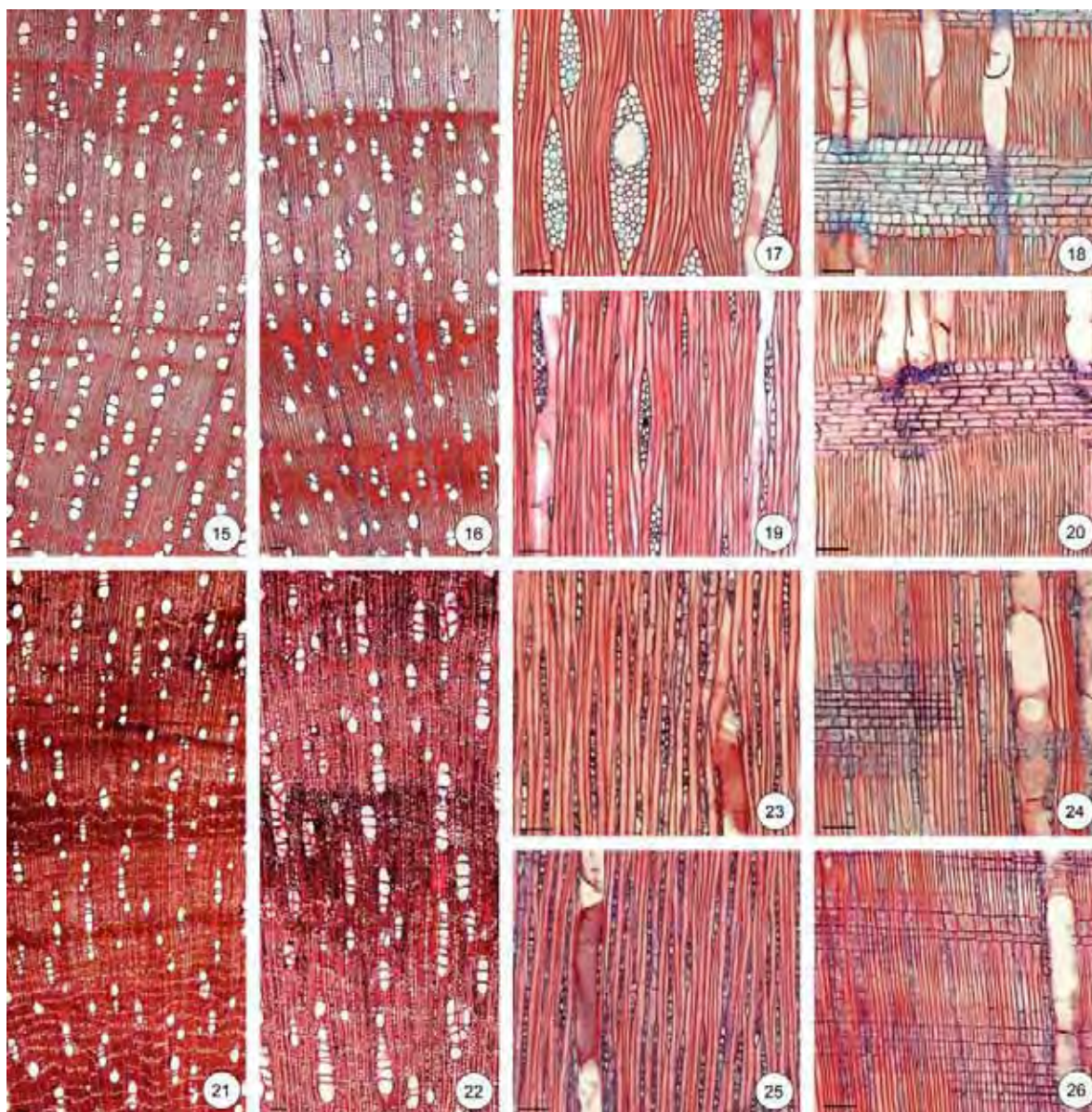


Fig. 15-20. *Schefflera vinosa*. 15. Seção transversal do cerrado (Ce). 16. Seção transversal da zona ripária (ZR). 17. Seção tangencial do Ce. 18. Seção radial do Ce. 19. Seção tangencial da ZR. 20. Seção radial da ZR. Fig. 21-26. *Pera glabrata*. 21. Seção transversal do Ce. 22. Seção transversal da ZR. 23. Seção tangencial do Ce. 24. Seção radial do Ce. 25. Seção tangencial da ZR. 26. Seção radial da ZR. Barras: 100µm.

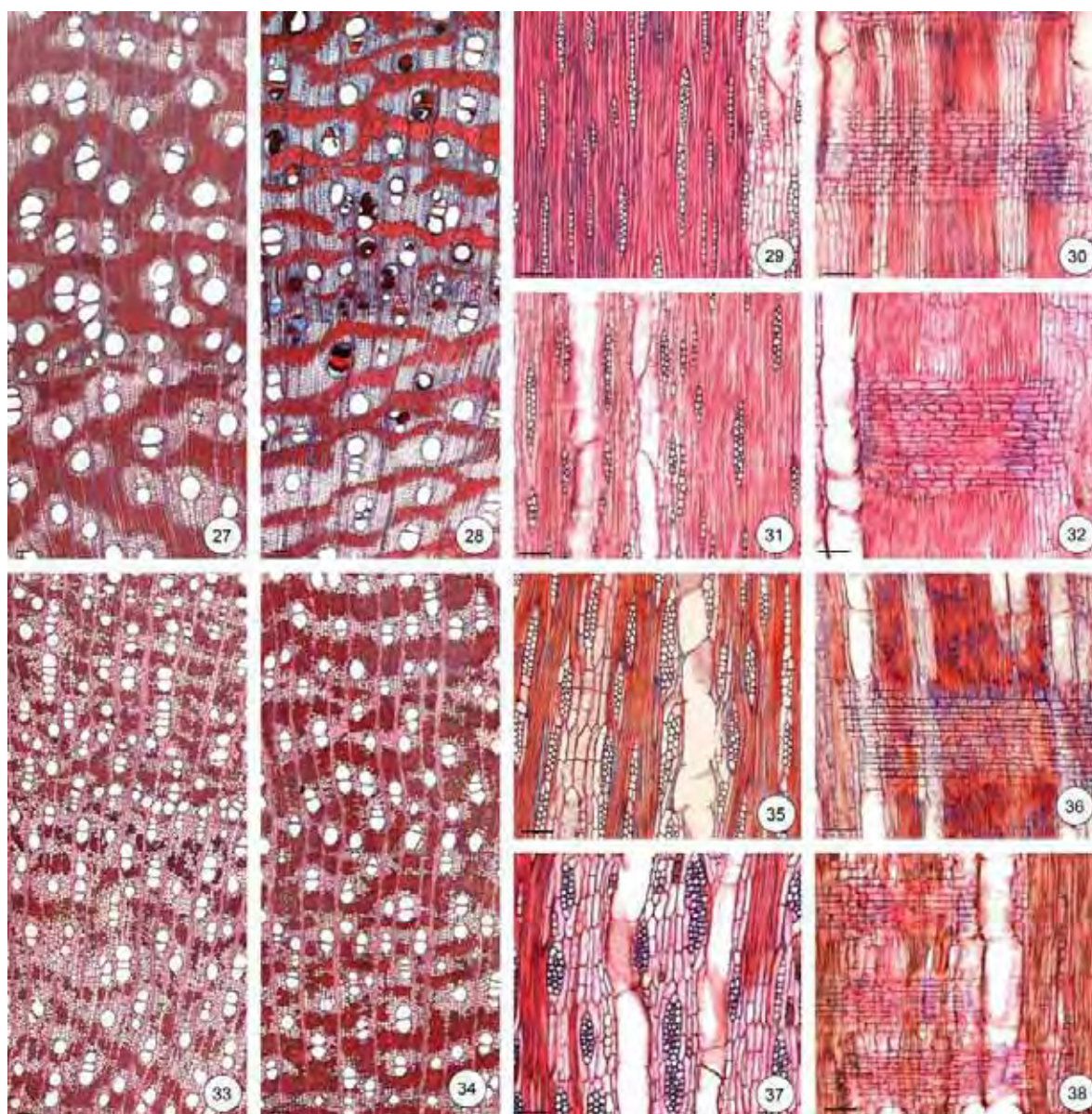


Fig. 27-32. *Dimorphandra mollis*. 27. Seção transversal do cerrado (Ce). 28. Seção transversal da zona ripária (ZR). 29. Seção tangencial do Ce. 30. Seção radial do Ce. 31. Seção tangencial da ZR. 32. Seção radial da ZR. Fig. 33-38. *Acosmium subelegans*. 33. Seção transversal do Ce. 34. Seção transversal da ZR. 35. Seção tangencial do Ce. 36. Seção radial do Ce. 37. Seção tangencial da ZR. 38. Seção radial da ZR. Barras: 100µm.

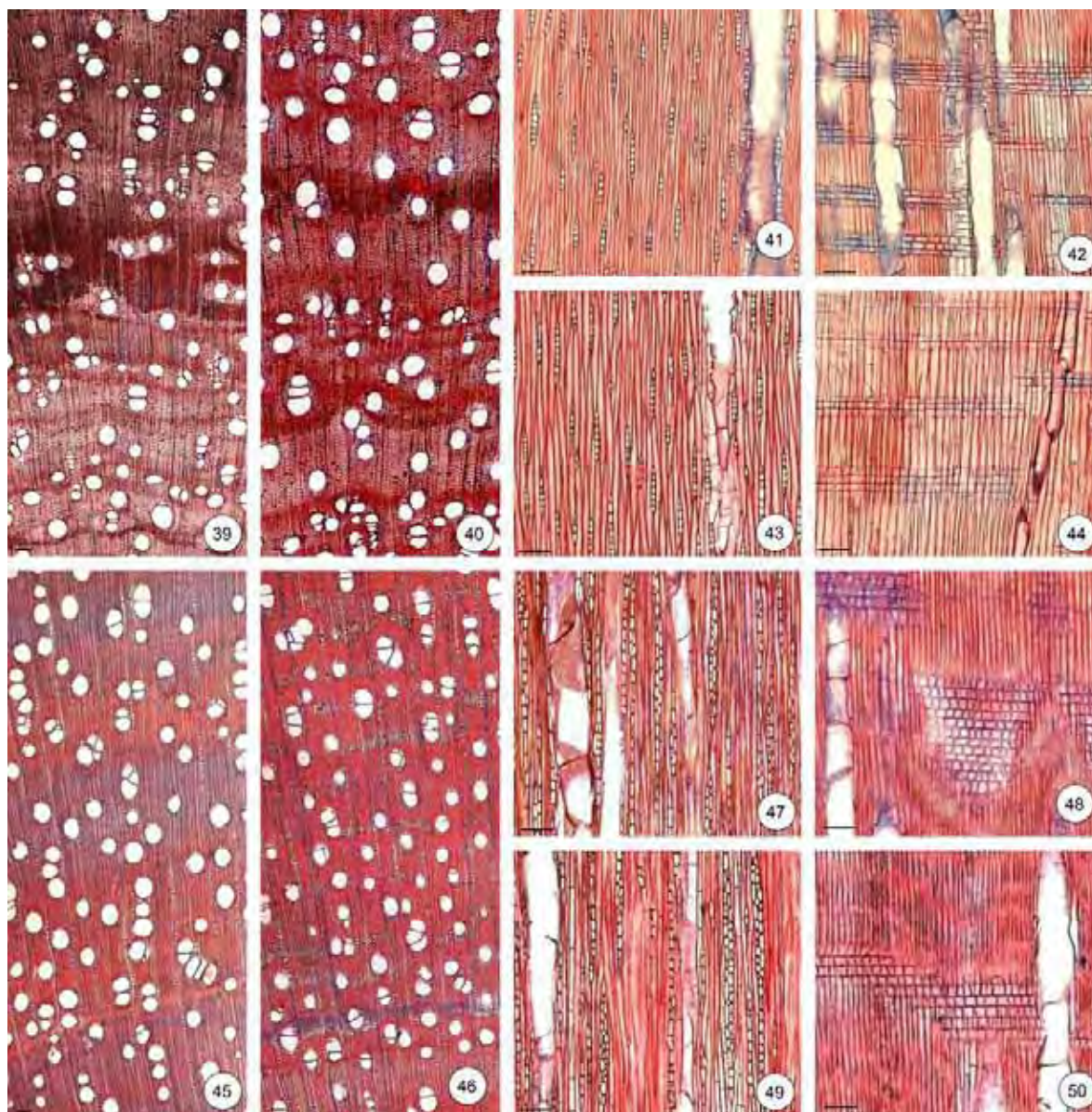


Fig. 39-44. *Stryphnodendron polyphyllum*. 39. Seção transversal do cerrado (Ce). 40. Seção transversal da zona ripária (ZR). 41. Seção tangencial do Ce. 42. Seção radial do Ce. 43. Seção tangencial da ZR. 44. Seção radial da ZR. Fig. 45-50. *Tibouchina stenocarpa*. 45. Seção transversal do Ce. 46. Seção transversal da ZR. 47. Seção tangencial do Ce. 48. Seção radial do Ce. 49. Seção tangencial da ZR. 50. Seção radial da ZR. Barras: 100µm.

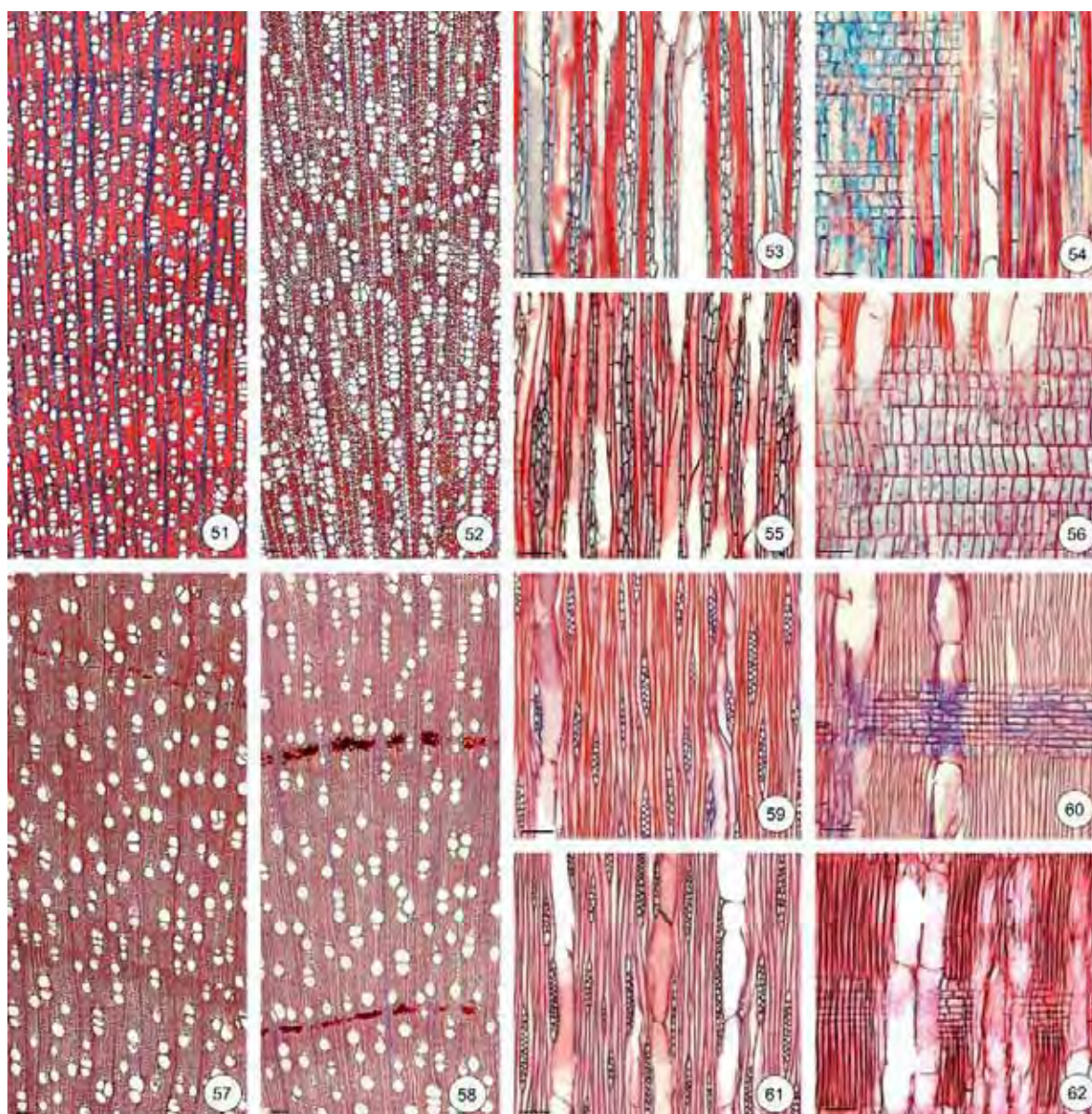


Fig. 51-56. *Siparuna cujabana*. 51. Seção transversal do cerrado (Ce). 52. Seção transversal da zona ripária (ZR). 53. Seção tangencial do Ce. 54. Seção radial do Ce. 55. Seção tangencial da ZR. 56. Seção radial da ZR. Fig. 57-62. *Zanthoxylum rhoifolium*. 57. Seção transversal do Ce. 58. Seção transversal da ZR. 59. Seção tangencial do Ce. 60. Seção radial do Ce. 61. Seção tangencial da ZR. 62. Seção radial da ZR. Barras: 100μm.

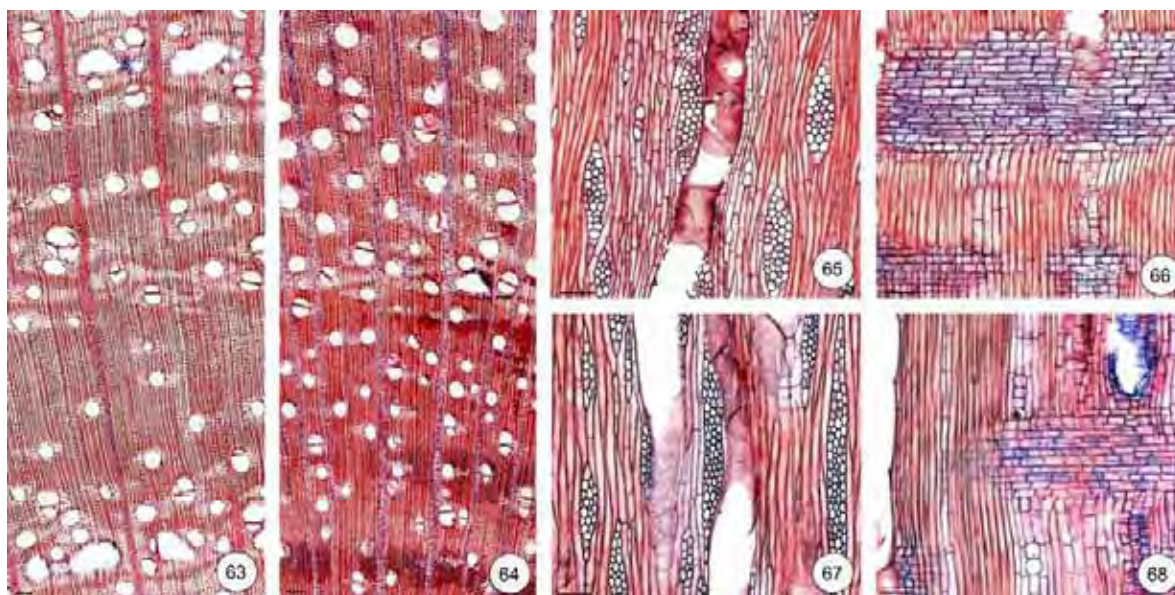


Fig. 63-68. *Vochysia tucanorum*. 63. Seção transversal do cerrado (Ce). 64. Seção transversal da zona ripária (ZR). 65. Seção tangencial do Ce. 66. Seção radial do Ce. 67. Seção tangencial da ZR. 68. Seção radial da ZR. Barras: 100µm.

As características anatômicas que variaram, de um modo geral, entre as fitofisionomias foram: camadas de crescimento em relação a sua distinção – bem ou mal definidas, e seus marcadores (somente as espécies *Schefflera vinosa* e *Acosmium subelegans* apresentaram camadas de crescimento bem definidas, sempre com o mesmo marcador em todos os espécimes e nas duas fitofisionomias); diâmetro do elemento de vaso (menores no cerrado), frequência de vasos por mm² (maior no cerrado), diâmetro das pontoações intervasculares (menor nos espécimes de cerrado); ocorrência de tilos e depósitos (maior nos espécimes do cerrado); fibras (mais longas e de paredes mais espessas nos espécimes do cerrado); fibras gelatinosas (predominância nos espécimes do cerrado, com padrões e quantidades diferentes quando comparados às espécimes nas duas fitofisionomias); variação no tipo de parênquima paratraqueal (mais diversificado no cerrado) e parênquima em faixas (abundante no cerrado); série parenquimática (maior número de células nos espécimes do cerrado); cristais prismáticos (abundante no cerrado, em *Tapirira guianensis*, *Pera glabrata*, *Acosmium subelegans* e *Tibouchina stenocarpa*).

Algumas espécies apresentaram diferenças qualitativas entre os espécimes das diferentes fitofisionomias, tais como: camadas de crescimento, ausentes na zona ripária e presentes no cerrado s.s. em *Siparuna cujabana*; arranjo de vasos, em *Pera*

glabrata; tipo de placa de perfuração múltipla, em *Tapirira guianensis* e *Siparuna cujabana*; tipo de pontoações intervasculares em *Acosmium subelegans* e *Vochysia tucanorum*; faixa de fibras semelhantes ao parênquima axial, em *Zanthoxylum rhoifolium*; composição de raio, em *Siparuna cujabana*.

Todos os parâmetros analisados foram significativos para todas as espécies quando comparados os espécimes de cerrado com os da zona ripária, exceto comprimento dos elementos de vaso (Tabela 3 - Letras maiúsculas). De uma maneira geral, os espécimes da zona ripária de todas as espécies estudadas apresentaram vasos de maior diâmetro e menor frequência por mm², fibras mais curtas e de paredes mais finas, pontoações intervasculares de maior diâmetro e menor frequência de raios por mm, quando comparados aos do cerrado (Fig. 69). Entretanto, cada espécie parece responder dentro da amplitude de variação própria para o taxon, (Tabela 3 - Letras minúsculas) (Fig. 70). Este resultado é melhor visualizado no PCA (Fig. 71), onde todos os espécimes do cerrado se posicionaram acima dos de zona ripária em todas as espécies (Fig. 71), mas no geral permaneceram próximos entre si.

No geral, as médias do índice de vulnerabilidade e de mesomorfia para as espécies de cerrado foram menores, 2,1 e 456, respectivamente, quando comparadas às médias das espécies da zona ripária, 3,3 e 1562, respectivamente.

O índice de agrupamento de vasos foi similar para as duas fitofisionomias.

Tabela 3. Análise estatística (ANOVA design NESTED a um nível de 5% de probabilidade) comparando os dados quantitativos entre as espécies e as fitofisionomias. LC = Local de coleta; CF = Comprimento das fibras; CV = Comprimento dos elementos de vaso; PI = Pontoações intervasculares; PRV = Pontoações raio-vasculares; D_{LuV} = Diâmetro do lume do vaso; EPF = Espessura da parede das fibras; R/mm = raios por mm; V/mm² = vasos por mm²; M = Média; DP = Desvio padrão; IAV = Índice de Agrupamento de vasos; V = Índice de vulnerabilidade; M = Índice de mesomorfia; * = diferente estatisticamente a um nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas indicam a comparação dos dados quantitativos entre as diferentes fisionomias. Letras minúsculas indicam a comparação dos dados quantitativos entre as espécies e as diferentes fitofisionomias.

Especies	LC	CF (µm)		CV (µm)		PI (µm)		PRV (µm)		DLuV (µm)		EPF (µm)		R/mm		V/mm ²		IAV		V		M	
		M±DP		M±DP		M±DP		M±DP		M±DP		M±DP		M±DP		M±DP							
T. guianensis	ZR	670±181 B b, c, d		461±77 A c, d, e, f		10±1 B c, d		16±5 B f, g		91±18 B d, e, f		3±1 B a, b		6±1 B b, c, d		34±10 B d		1,46		2,7		1,247	
	Ce	792±169 A d, e, f		494±116 A e, f		8±1 A b, c		14±4 A e, f, g		70±21 A b, c, d, e		4±1 A b, c, d, e		9±2 A g, h, i		31±14 A b, c, d		1,58		2,3		1,130	
T. fuchsiiifolia	ZR	831±174 B d, e, f		482±101 A d, e, f		4±0 B a		3±1 B a		51±6 B a		5±1 B d, e, f, g, h, i		8±3 B e, f, g, h		122±11 B h		1,32		0,4		202	
	Ce	811±172 A d, e, f		514±111 A f		4±1 A a		4±1 A a, b		43±8 A a		5±2 A i, j		9±3 A h, i		157±32 A i		1,75		0,3		141	
S. vinosa	ZR	820±106 B d, e, f		689±134 A g, h		24±11 B f		15±4 B e, f, g		71±15 B b, c, d, e		4±2 B c, d, e, f		4±1 B a		31±9 B b, c, d		1,44		2,3		1,596	
	Ce	833±175 A e, f		726±152 A h, i		13±3 A e		17±9 A f, g		64±12 A a, b, c		5±1 A h, i, j		5±1 A a, b		32±9 A c, d		2,08		2		1,468	
P. glabrata	ZR	979±144 B f		721±159 A h, i		12±3 B d, e		12±4 B d, e, f		80±17 B c, d, e		4±2 B d, e, f, g		13±3 B j		23±7 B b, c, d		2,42		3,4		2,484	
	Ce	964±170 A e, f		600±133 A f, g		12±2 A d, e		12±4 A d, e, f		77±22 A b, c, d, e		5±1 A d, e, f, g, h, i		11±3 A i		36±23 A d, e, f		1,87		2,1		1,284	
D. mollis	ZR	783±146 B d, e		361±76 A b, c		7±1 B b		7±2 B b, c		137±27 B i		3±1 B a, b, c, d, e		7±2 B c, d, e, f		13±5 B a, b		1,62		10,5		3,799	
	Ce	896±150 A e, f		365±62 A b, c		6±1 A a, b		7±3 A c		103±24 A f, g, h		6±1 A i, j		9±2 A g, h, i		20±6 A a, b, c		1,9		5,2		1,910	
A. subelegans	ZR	852±153 B e, f		221±40 A a		8±1 B b, c		8±1 B c, d		88±18 B d, e, f		5±1 B g, h, i, j		6±1 B b, c, d, e		27±6 B b, c, d		1,73		3,3		7,21	
	Ce	976±207 A f		233±28 A a		10±2 A c, d, e		8±2 A c, d		75±16 A b, c, d, e		6±1 A j		8±2 A f, g, h, i		39±19 A d, e, f		1,74		1,9		4,48	
S. polyphyllum	ZR	555±111 B a		309±77 A a, b		9±1 B b, c		7±1 B b, c		115±29 B h, i		2±1 B a		10±2 B h, i		8±5 B a		1,3		13,8		4,248	
	Ce	599±120 A a, b, c		350±68 A a, b, c		7±1 A a, b		7±1 A a, b, c		101±22 A e, f, g, h		3±1 A a, b, c		8±1 A d, e, f, g		36±8 A d, e, f		1,54		5,2		1,686	
T. stenocarpa	ZR	616±92 B a, b, c, d		456±97 A c, d, e, f		11±3 B c, d, e		13±6 B d, e, f, g		91±17 B d, e, f, g		5±1 B f, g, h, i		11±2 B i, j		22±5 B a, b, c, d		1,48		4,1		1,871	
	Ce	572±133 A a, b		410±119 A b, c, d		8±2 A b, c		13±6 A e, f, g		83±18 A c, d, e		5±1 A e, f, g, h, i		10±2 A i		35±9 A d, e, f		1,35		2,3		961	
S. cujabana	ZR	1495±237 B g		794±204 A h, i		7±1 B b		12±3 B d, e		65±13 B a, b, c, d		9±2 B k		8±2 B e, f, g		84±15 B f		2,04		0,8		617	
	Ce	1934±392 A h		838±179 A i		5±1 A a		13±6 A d, e, f		57±11 A a, b		11±2 A l		10±1 A i		105±16 A g		1,86		0,5		456	
Z. rhoifolium	ZR	777±121 B d, e		416±77 A c, d		4±1 B a		4±1 B a, b		80±17 B c, d, e		3±1 B a, b, c, d		7±1 B d, e, f, g		34±8 B d, e		1,43		2,4		986	
	Ce	721±166 A c, d, e		438±94 A c, d, e, f		4±1 A a		3±1 A a, b		66±14 A a, b, c, d		4±1 A c, d, e		7±1 A c, d, e, f, g		51±18 A e, f		1,38		1,3		565	
V. tucanorum	ZR	769±101 B c, d, e		428±72 A c, d, e		7±1 B b		8±2 B c		115±31 B g, h		4±1 B b, c, d, e		6±1 B a, b, c, d		3 ±26 B c, d		1,39		3,7		1,562	
	Ce	645±127 A a, b, c, d		398±101 A b, c, d		6±1 A a, b		6±2 A a, b, c		102±24 A e, f, g, h		4±2 A d, e, f, g, h		5±1 A a, b, c		22±6 A a, b, c, d		1,26		4,5		1,802	
F		0,000333*		0,641751		0,000155*		0,048263*		0,006012*		0,000001*		0,029633*		0,000000*							

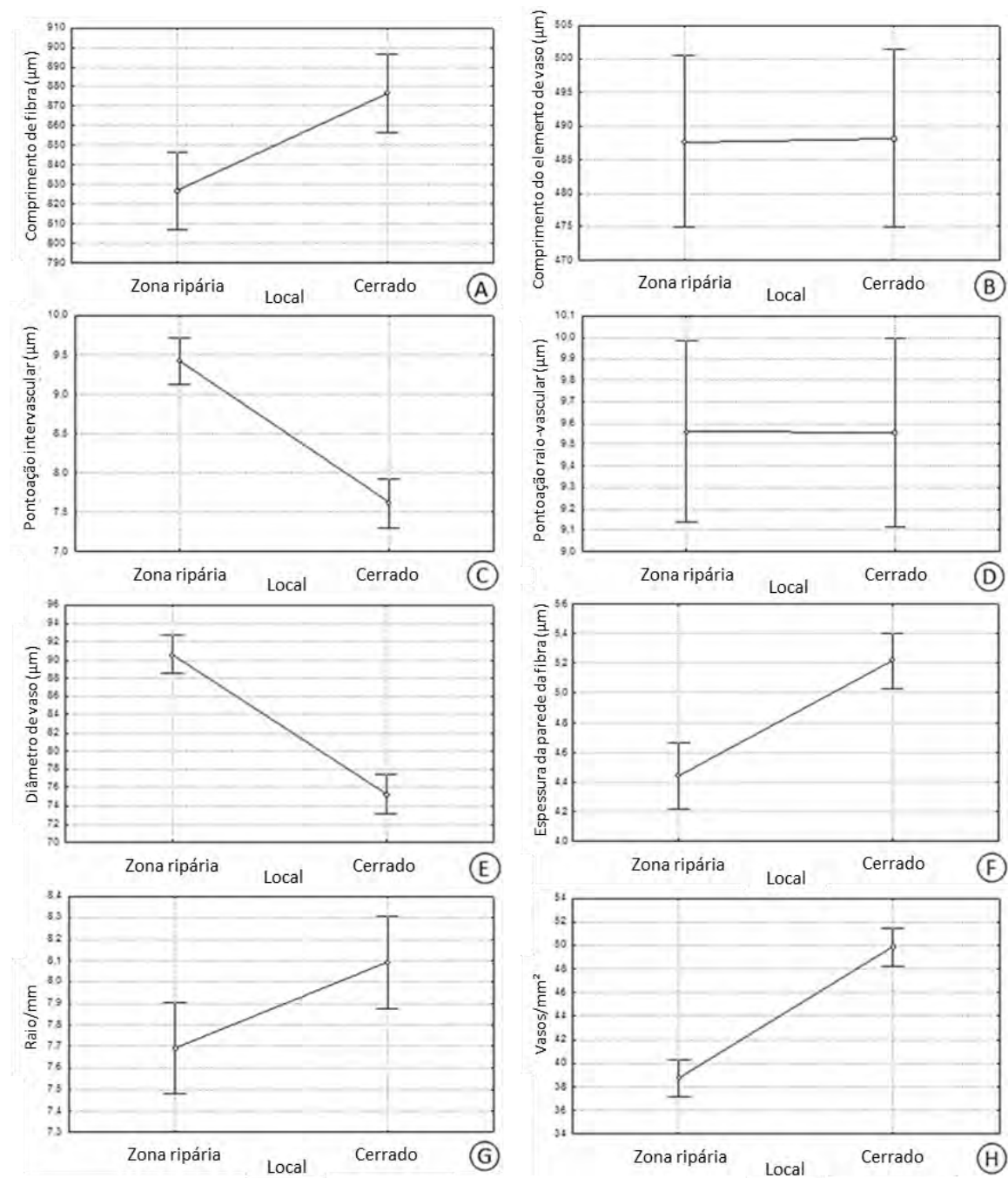


Fig. 69. Tendências para as fitofisionomias de zona ripária e cerrado s.s.

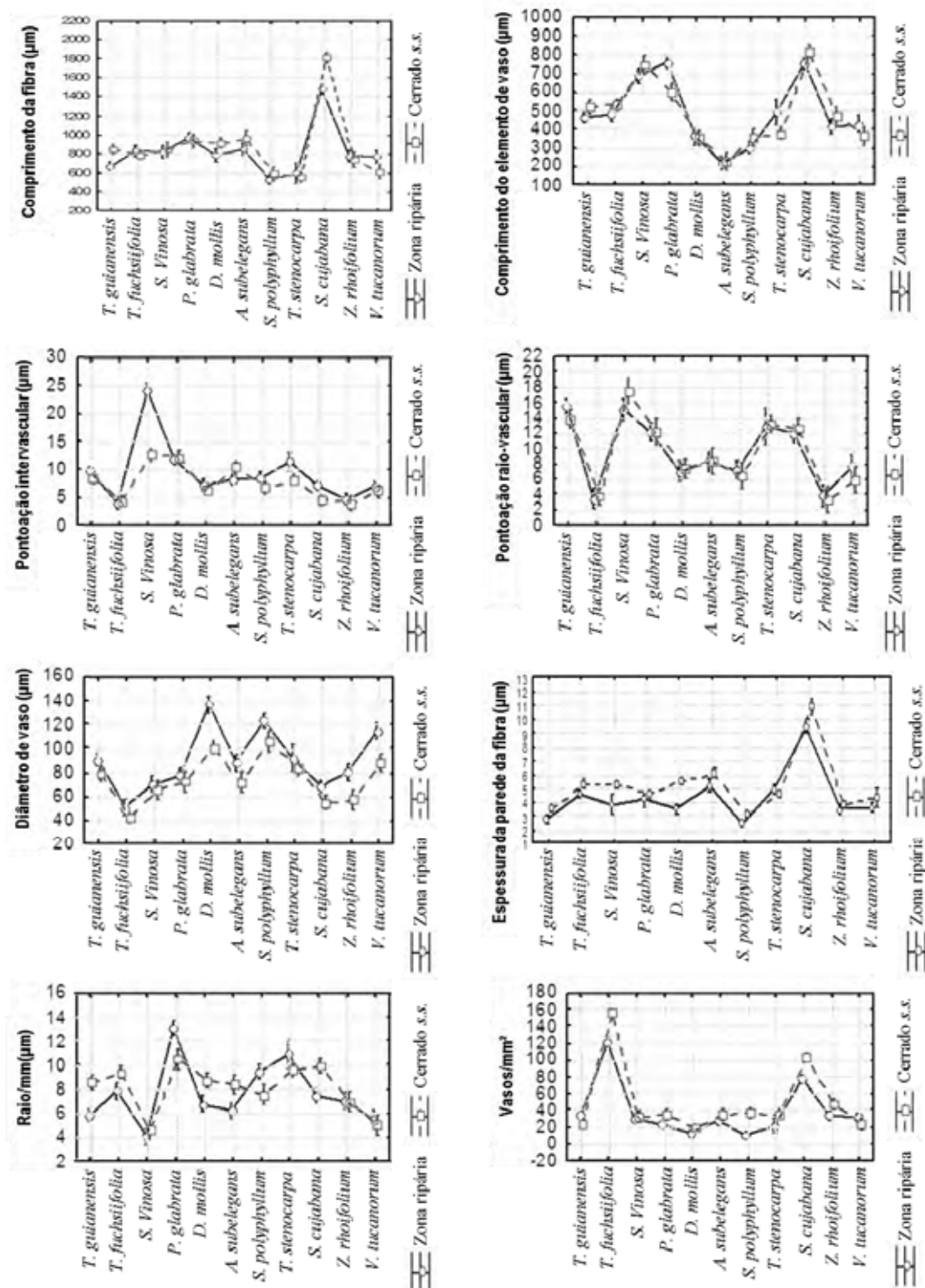


Fig. 70. Comparação dos dados quantitativos entre as diferentes fitofisionomias.

A análise do componente principal (PCA) evidenciou que as características anatômicas variam dentro de fatores que, juntos, explicam 59% da variância total (Fig. 71). Foram selecionadas somente as características anatômicas quantitativas, pois as qualitativas e as de solo apresentaram pouca variância e, portanto contribuíram pouco na PCA. O eixo 1 explica 34% do total da variância e é influenciado pelo comprimento das fibra, comprimento, diâmetro e frequência dos vasos. O eixo 2 explica 25% do total da variância e é influenciado pelas pontoações inter e raio-vasculares. Tanto a espécie *Siparuna cujabana* quanto a *Tabernaemontana fuchsiifolia* ficaram mais distantes, pois a frequência dos vasos é mais alta que nas outras espécies.

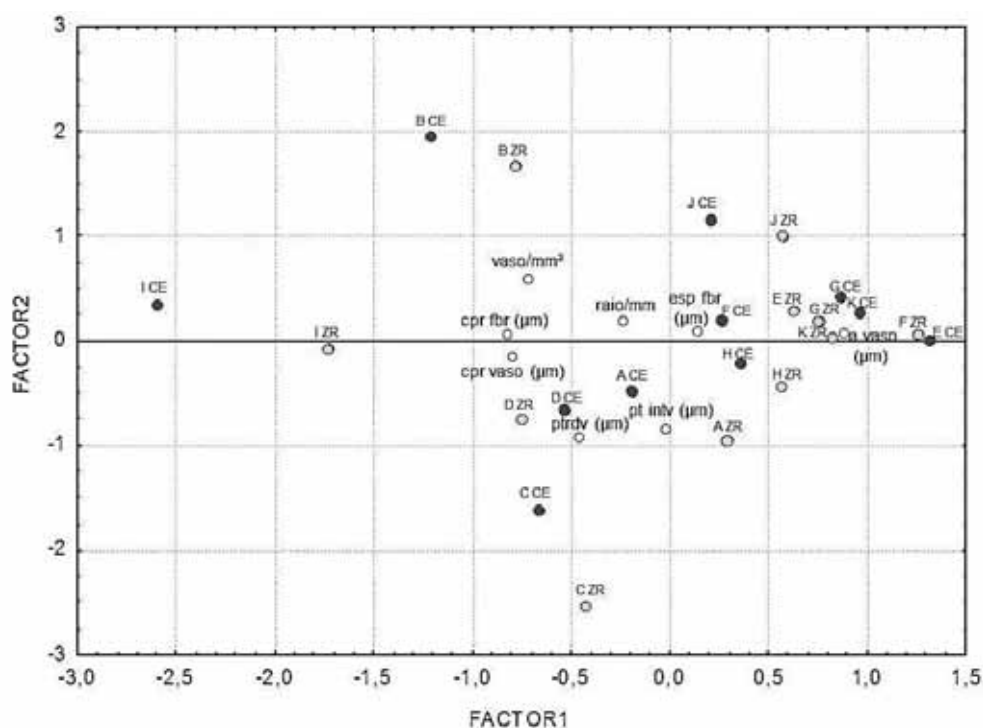


Figura 71. Análise de componente principal. Cerrado *sensu stricto* = CE (círculos pretos); zona ripária = ZR (círculos brancos); A = *Tapirira guianensis*; B = *Tabernaemontana fuchsiifolia*; C = *Schefflera vinosa*; D = *Pera glabrata*; E = *Dimorphandra mollis*; F = *Acosmium subelegans*; G = *Stryphnodendron polyphyllum*; H = *Tibouchina stenocarpa*; I = *Siparuna cujabana*; J = *Zanthoxylum rhoifolium*; K = *Vochysia tucanorum*; cpr fbr = comprimento de fibras; cpr vaso = comprimento do elemento de vaso; esp fbr = espessura da parede das fibras; ptrdv = pontoações raio-vasculares; ptint = pontoações intervasculares.

Tabela 4. Dados dos alto-valores da análise do componente principal.

Variáveis	Fator 1	Fator 2
Comprimento de fibra (μm)	-0,800901*	0,022880
Comprimento dos elementos de vasos (μm)	-0,840909*	-0,360322
Pontoações intervasculares (μm)	-0,017338	-0,881900*
Pontoações raio-vasculares (μm)	-0,316126	-0,858170*
Diâmetro de vaso (μm)	0,805855	-0,161669
Espessura da parede da fibra (μm)	0,177256	0,107679
Raio/mm	-0,254222	0,213114
Vaso/mm ²	-0,716839*	0,566211
Expl.var	2,708117	2,048302
Prp. Totl	0,338515	0,256038

5.6. DISCUSSÃO

Poucas são as diferenças anatômicas qualitativas do lenho quando comparadas os espécimes que ocorrem simultaneamente em cerrado s.s e em zona ripária. A mais marcante é a ocorrência de camadas de crescimento, assim como a sua distinção e tipo de marcadores. Os espécimes do cerrado s.s. apresentam de uma forma geral, camadas de crescimento mais bem demarcadas e de maior ocorrência quando comparadas aos da zona ripária. Esse resultado é esperado, pois apesar de ambas as áreas apresentarem um período de quatro meses com precipitação abaixo de 60 mm, que de acordo com Worbes (1995) seria tempo suficiente para formação da camada de crescimento, somente a zona ripária permanece úmida no período de seca. O que corrobora com o observado por Marcati *et al.* (2006) em estudo com espécies de áreas do cerrado, grande incidência das camadas de crescimento, relacionando esta característica com a presença de uma estação seca anual distinta neste ambiente. Além disso, *Schefflera vinosa* e *Acosmium subelegans* apresentam camadas de crescimento bem definidas e sempre com o mesmo marcador em todos os espécimes nos dois ambientes. O que para essas espécies pode ser considerado como característica de valor diagnóstico.

O arranjo dos elementos de vasos apresenta variação em *Pera glabrata*, enquanto o tipo de placa de perfuração múltipla em *Tapirira guianensis* e *Siparuna cujabana*. A ocorrência de fibras gelatinosas e as faixas de fibras semelhantes ao parênquima axial sofrem alterações entre as fitofisionomias.

Não se observa nenhum arranjo particular dos elementos de vaso na maioria das espécies estudadas. A ausência no padrão de distribuição dos vasos é característica comum em cerca de 80% das espécies de dicotiledôneas descritas no Inside Wood (Wheeler *et al.* 2007). Neste estudo apenas a espécie *Pera glabrata* possui arranjo radial e este é mais evidente nos espécimes da zona ripária. Mesmo tipo de arranjo, o radial, foi observado por Barros *et al.* (2001) para a mesma espécie que ocorre na Mata Atlântica. Contudo, Detienne & Jacquet (1983) não observaram tal arranjo nos espécimes da Amazônia.

As espécies *Tapirira guianensis*, *Siparuna cujabana* e *Schefflera vinosa* apresentam em todas as fitofisionomias, além das placas de perfuração simples, placas múltiplas. A ocorrência da combinação de placas simples e múltiplas é entendida como uma adaptação a ambientes que possuem um período de seca sazonal (Dickison & Phend, 1985). Apesar de não termos estudos experimentais, nós concordamos com Zimmerman (1983) que sugeriu que as placas múltiplas funcionariam para aprisionar bolhas de ar. Adicionalmente a essa função, Sperry (1986) sugere que as placas múltiplas teriam a capacidade de recuperar os vasos após a cavitação, dividindo as bolhas grandes em pequenas e, com a volta do período chuvoso, as bolhas menores seriam desfeitas com maior facilidade. Função importante no caso das espécies do cerrado que passam por um período de seca (cerca de quatro meses), no qual pode ocorrer a formação de bolhas de ar nos vasos, durante a estação seca e mesmo durante a retomada do período chuvoso, indicando o que pode ser visto como uma estratégia voltada para a segurança em ambientes mais secos.

As características quantitativas que sofrem maior influência das condições ambientais, como clima, tipo de solo e precipitação (Carlquist, 1988; Baas, 1982; Klaassen, 1999; Alves & Angyalossy-Alfonso, 2000) são as significativas entre as duas fitofisionomias estudadas. Os espécimes do cerrado possuem vasos de menor diâmetro e em maior frequência, fibras de maior comprimento e de paredes mais espessas, diâmetro das pontuações intervasculares menores e maior frequência de raios, quando comparados com os da zona ripária. O PCA mostra que os espécimes que ocorrem nas diferentes fitofisionomias ficam próximos uns dos outros. Apesar de haver diferenças quantitativas dos espécimes com relação as fitofisionomias, essas variam dentro de uma amplitude própria, e provavelmente só estão refletindo as exigências do sistema de transporte de água.

Também se observa entre os indivíduos das duas fitofisionomias variações na série parenquimática e no tipo de parênquima axial paratraqueal, sempre sendo o parênquima axial abundante nos espécimes *Dimorphandra mollis*, *Acosmium subelegans* e *Stryphnodendron polyphyllum* do cerrado. É provável que a abundância de parênquima axial, além da maior frequência de raios nos espécimes de cerrado, propicie maior armazenamento de substâncias, como amido e lipídios, e mobilização de metabólitos para os períodos desfavoráveis (Baas, 1982; Carlquist, 1988; Mauseth, 1988; Alves & Angyalossy-Alfonso, 2002). As espécies *Tapirira guianensis*, *Schefflera vinosa*, *Tibouchina stenocarpa* e *Tabernaemontana fuchsiifolia* em ambas as fitofisionomias apresentam parênquima axial ausente ou escasso; no entanto, estas possuem fibras septadas, o que segundo Carlquist (1988) e Dickison (2000) poderia substituir a função do parênquima axial, pois essas teriam a capacidade de armazenamento de materiais de reserva, como amido, por exemplo. Neste caso, uma alternativa diferente no armazenamento de substâncias pode ser visto como uma estratégia importante para sobreviver em um ambiente relativamente seco. Além disso, uma maior quantidade em tecidos que tenham função de reserva, ou a presença células que possam substituir sua função, pode ser considerada uma característica de grande importância, pois de acordo com Braun (1984) e Carlquist (1988) essa poderia sustentar rápido crescimento, florescimento e frutificação.

São observadas diferentes proporções e padrões de fibras gelatinosas entre os espécimes nas diferentes fitofisionomias, merecem destaque os espécimes do cerrado *Pera glabrata* e *Tibouchina stenocarpa*. Contudo, a maioria dos espécimes apresenta padrões distintos: faixas de fibras gelatinosas e/ou pequenos grupos de fibras gelatinosas espalhadas pelo lenho. A presença de fibras gelatinosas normalmente indica lenho de reação que é de comum ocorrência em ramos (Esau, 1974). Entretanto, a sua distribuição irregular pode sugerir outras possíveis funções. A camada interna dessas fibras é formada basicamente por celulose, que é hidrofílica (Esau, 1965; Mauseth, 1988). Segundo Paviani (1978), que observou a presença de fibras gelatinosas nos sistemas subterrâneos das espécies de cerrado sugere que estas fibras tenham função de reserva de água devido a presença dessa camada interna hidrofílica, no entanto não há estudos experimentais que comprovem tal função. Adicionalmente, Milanez *et al.* (2008, 2009) relatam que as fibras gelatinosas encontradas em Melastomataceae de cerrado acumulam alumínio nas suas paredes internas, o que indica um

importante papel destas fibras na compartimentalização do alumínio, elemento tóxico para as plantas. Para os ambientes estudados, as duas funções, armazenamento de água e compartimentalização do alumínio, são importantes uma vez que há uma estação seca pronunciada nas áreas de estudo e os solos possuem altas concentrações de alumínio.

O conjunto de caracteres dos espécimes da zona ripária quando analisados sob a perspectiva do investimento em segurança ou condutividade no transporte de água evidenciam maior conectividade e otimização do transporte (vasos de maior diâmetro e placas de perfuração simples), os espécimes do cerrado, por outro lado, apresentam estratégia voltada para a segurança no transporte, refletida nos vasos de menor diâmetro que podem minimizar e até prevenir a formação de bolhas de ar, e na redundância de vasos que propiciam caminhos alternativos para vasos embolisados (Baas *et al.* 1983; Schulte, 1999; Dickson, 2000; Tyree & Zimmermann, 2002; Zanne *et al.* 2006; Pratt *et al.* 2007; Loepfe *et al.* 2007).

Os índices de vulnerabilidade e mesomorfia do cerrado (2,1 e 456, respectivamente) e da zona ripária (3,3 e 1562, respectivamente) corroboram essa hipótese (Carlquist, 1977). Entretanto, estudos experimentais são necessários para a sua comprovação.

Neste estudo, de uma maneira geral, os dados qualitativos variam pouco entre as duas fitofisionomias estudadas. Apesar do tipo de solo e precipitação serem similares nas duas fitofisionomias, a zona ripária que ocorre ao longo dos rios, permanece úmida mesmo durante o período de seca de quatro meses, e isso fica representado nas análises estatísticas que demonstram que dentro da amplitude própria de cada taxon existe uma variação quantitativa que leva a diferentes estratégias: eficiência nos espécimes da zona riparia e segurança nos do cerrado.

5.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. **IAWA Journal**, Leuven, v. 21, n. 1, p. 3-30, 2000.

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. **IAWA Journal**, Leuven, v. 23, n. 4, p. 391-418, 2002.

BAAS, P. Systematic, phylogenetic, and ecological wood anatomy: history and perspectives. In: _____. (ed.) **New perspectives in wood anatomy**. Leiden: Martinus Nijhoff Publishers, 1982. p. 23-58.

BAAS, P. et al. Some ecological trends in vessel characters. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 4, n. 2, p. 141-159, 1983.

BARROS, C.F. et al. **Madeiras da Mata Atlântica**: anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro - Brasil. Rio de Janeiro: Programa Mata Atlântica, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2001. v. 2. 100 p.

BARROS, C. F. et al. Tendências ecológicas na anatomia da madeira de espécies da comunidade arbórea da Reserva Biológica de Poço das Antas. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 443-460, 2006.

BRAUN, H. J. The significance of the accessory tissues of the hydrosystem for osmotic water shifting as the second principle of water ascent, with some thoughts concerning the evolution of trees. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 5, n. 4, p. 275-294, 1984.

BUKATSCH, F. Bermerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin. **Mikrokosmos**, Stuttgart, v. 61, n. 8, p. 33-36, 1972.

CARLQUIST, S. **Comparative wood anatomy**: systematic, ecological and evolutionary aspects of dycotiledons wood. Berlin: Springer Verlag, 1988. 436 p.

CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 64, n. 7, p. 887-896, 1977.

CASTRO, A. A. J. F. et al. How rich is the flora of Brazilian cerrados? **Annals Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 86, p. 192-224, 1999.

DETIENNE, P.; JACQUET, P. **Atlas d'identification des bois de l'amazone et des regions voisines**. Nogent sur Marne: Centre Technique Forestier Tropical, 1983. 640 p.

DICKISON, W. C. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Harcourt Academic Press, 2000. 533 p.

DICKISON, W. C. Steps toward the natural system of the dicotyledons: vegetative anatomy. **Aliso**, California, v. 12, n. 3, p. 555-566, 1989.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Reviews**, New York, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.

ESAU, K. **Plant anatomy**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1965. 767 p.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: EDUSP, 1974. 293 p.

FAHN, A. **Plant Anatomy**. Oxford: Pergamon Press. 611 p.

FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature**, London, v. 155, p. 51, 1945.

JONSSON, M.; MALMQVIST, B. Ecosystem process rate increases with animal species richness: evidence from leaf-eating, aquatic insects. **Oikos**, Copenhagen, v. 89, n. 3, p. 519-523, 2000.

KLAASSEN, R. Wood anatomy of the Sapindaceae. **IAWA Journal**, Leuven, 1999. 214 p. Suplemento 2.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: Seropédica, EDUR, 1997. 198 p.

LENS, F. et al. Ecological trends in the wood anatomy of Vaccinioideae (*Ericaceae* s.l.). **Flora**, (s.l.), v. 199, p. 309-319, 2004.

LOEPFE, L. et al. The relevance of xylem network structure for plant hydraulic efficiency and safety. **Journal of Theoretical Biology**, London, v. 247, n. 4, p. 788-803, 2007.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York: John Wiley & Sons, 1988. 368 p.

MACHADO, S.R. et al. Structural variation in root and stem wood of *Styrax* (Styracaceae) from Brazilian Forest and Cerrado. **IAWA Journal**, Leuven, v. 28, n. 2, p. 173-188, 2007.

MARCATI, C. R. et al. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 311-320, 2001.

MARCATI, C. R. et al. Growth rings in cerrado woody species: occurrence and anatomical markers. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 3. Disponível em: <<http://www.Biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00206032006>>. Acesso em: 04 dez. 2006.

MAUSETH, J. D. **Plant anatomy**. California: Benjamin Cummings Publishing, 1988. 560 p.

MILANEZ, C. R. D. **Estudos anatômicos e ultra-estruturais em Melastomataceae de cerrado**. 2007. 136 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2007.

MILANEZ, C. R. D. et al. Uma nova interpretação do papel das fibras gelatinosas e septadas em plantas acumuladoras de alumínio do cerrado. In: ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICOS, 38, 2008, Carangola. **Anais...** Ambientes de Montanha: Pesquisa e Conservação. 2008.

MILANEZ, C. R. D. et al. Sítios de acúmulo de alumínio no lenho de três espécies de Melastomataceae do cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 60, 2009, FEIRA DE SANTANA. **Anais...** Feira de Santana, 2009.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots**. Mexico City: CEMEX, 1999. 430 p.

OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Eds.) **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. 398 p.

PAVIANI, T. I. Anatomia vegetal e cerrado. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 1076-1086, 1978.

POCKMAN, W. T.; SPERRY, J. S. Vulnerability to xylem cavitation and the distribution of Sonoran desert vegetation. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 87, n. 9, p. 1287-1299, 2000.

PRATT, R. B. et al. Relationships among xylem transport, biomechanics and storage in stems and roots of nine Rhamnaceae species of the California chaparral. **New Phytologist**, Lancaster, v. 174, p. 787-798, 2007.

RIBEIRO, J. E. L. S. et al. **Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia central**. Manaus: Instituto Nacional de

Pesquisas Amazônicas-Departamento para o desenvolvimento internacional. 1999. 816 p.

SASS, J. E. **Elements of botanical microtechnique**. New York-London: McGraw-Hill Book, 1958. 222 p.

SCHULTE, P. J. Water flow through a 20-pore perforation plate in vessels of *Liquidambar styraciflua*. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 50, n. 336, p. 1179-1187, 1999.

SPERRY, J. S. Relationship of xylem embolism to xylem pressure potential stomatal closure and shoot morphology in the palm *Rhapis excelsa*. **Plant Physiology**, Washington, v. 80, n. 1, p. 110-116, 1986.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical. **Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.

TYREE, M. T.; ZIMMERMANN, M. H. **Xylem structure and the ascent of sap**. Berlin: Springer, 2002. 156p.

WHEELER, E. A. et al. Variations in dicot wood anatomy: a global analysis based on the Inside Wood database. **IAWA Journal**, Leuven, v. 28, n. 3, p. 229-258, 2007.

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. **IAWA Journal**, Leuven, v. 16, n. 4, p. 337-351, 1995.

ZANNE, A. E. et al. Patterns and consequences of differential vascular sectoriality in 18 temperate tree and shrub species. **Functional Ecology**, v. 20, n. 2, p. 200-206, 2006.

ZANNE, A. E. et al. Angiosperm wood structure: global patterns in vessel anatomy and their relation to wood density and potential conductivity. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 97, n. 2, p. 207-215, 2010.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 662 p.

ZIMMERMAN, M. H. **Xylem structure and the ascent of sap**. 2.ed. New York: Springer-Verlag, 1983. 143 p.

6. CONCLUSÕES GERAIS

As características macroscópicas da madeira – arranjo, padrão de parênquima axial, largura de raios no plano transversal e estratificação de raios – foram de grande importância na separação das espécies. Além disso, as características da superfície da casca, bem como presença de exsudatos e cor interna da casca, aliadas as características macroscópicas facilitaram a separação de espécies do mesmo gênero e dentro de uma mesma família.

As espécies de cerrado *sensu lato* (s.l.) possuem um padrão quanto as características microscópicas do lenho e são similares ao proposto para terras baixas dos trópicos. As características do lenho observadas podem contribuir tanto para segurança na condução hídrica quanto para eficiência – alta ocorrência de vasos múltiplos e frequência de vasos por mm², pontoações intervasculares alternas pequenas, pontoações guarnecidas, placas de perfuração simples. Entretanto, vale ressaltar que as espécies de cada fitofisionomia – cerrado *sensu stricto* (s.s), cerradão e zona ripária, apresentam estratégias particulares de sobrevivência.

Quando comparadas somente as espécies que ocorrem simultaneamente no cerrado s.s. e zona ripária, pôde-se observar de uma maneira geral, que as

características qualitativas sofreram poucas variações entre as duas fitofisionomias estudadas, principalmente em relação às camadas de crescimento, sendo mais bem demarcadas nas espécies de cerrado s.s. As análises estatísticas demonstraram que dentro da amplitude própria de cada taxon existe uma variação quantitativa que leva a diferentes estratégias: eficiência nos indivíduos da zona ripária – vasos de maior diâmetro, menor frequência por mm², pontoações intervasculares de maior diâmetro, e segurança nos do cerrado – menor índice de vulnerabilidade e mesomorfia.

7. REFERÊNCIAS

AGUILAR-RODRÍGUEZ, S.; BAJARAS-MORALES, J. Anatomia de la madera de espécies arbóreas de un bosque mesófilo de montaña: um enfoque ecológico-evolutivo. **Boletín de la Sociedad Botánica de México**, Ciudad de México, v. 77, p. 51-58, 2005.

ALMEIDA, S. P. et al. **Cerrado**: espécies vegetais. Planaltina: Embrapa, Centro de Pesquisas Agropecuária dos Cerrados, 1998. 464 p.

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. **IAWA Journal**, Leuven, v. 21, n. 1, p. 3-30, 2000.

ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. **IAWA Journal**, Leuven, v. 23, n. 4, p. 391-418, 2002.

ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; RICHTER, H. G. Wood and bark anatomy of *Buchenavia* Eichl. (Combretaceae). **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 12, n. 2, p. 123-141, 1991.

ARAÚJO, D. **Diversidade de trepadeiras em áreas de Floresta Atlântica de terras baixas em Pernambuco**. 2009. 118 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

ARAÚJO, P. A.; ARAÚJO FILHO, A. Estrutura das madeiras de Caryocaraceae. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 19, p. 5-47, 1973.

ARNOLD, D. H.; MAUSETH, J. D. Effects of environmental factors on development of wood. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 86, n. 3, p. 367-371, 1999.

BAAS, P. Systematic, phylogenetic, and ecological wood anatomy: history and perspectives. In: _____. (ed.) **New perspectives in wood anatomy**. Leiden: Martinus Nijhoff Publishers, 1982. p. 23-58.

BAAS, P.; CARLQUIST, S. A comparison of the ecological wood anatomy of the floras of southern California and Israel. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 6, n. 4, p. 349-353, 1985.

BAAS, P.; SCHWEINGRUBER, H. Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 8, n. 3, p. 245-274, 1987.

BAAS, P. et al. Some ecological trends in vessel characters. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 4, n. 2, p. 141-159, 1983.

BARAJAS-MORALES, J. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 6, n. 4, p. 355-364, 1985.

BARREIRA, S. et al. Estudo da estrutura da regeneração natural e da vegetação adulta de um cerrado *sensu stricto* para fins de manejo florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 61. p. 64-78, 2002.

BARROS, C.F. et al. **Madeiras da Mata Atlântica**: anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro - Brasil. Rio de Janeiro: Programa Mata Atlântica, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2001. v. 2. 100 p.

BARROS, C. F. et al. Tendências ecológicas na anatomia da madeira de espécies da comunidade arbórea da Reserva Biológica de Poço das Antas. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 443-460, 2006.

BEIGUELMAN, B. Contribuição para o estudo anatômico de plantas do cerrado. **Revista de Biologia**, Lisboa, v. 3, n. 1, p. 97-110, 1962a.

BEIGUELMAN, B. Lenho de tensão (Tension wood) em duas espécies vegetais freqüentes nos cerrados brasileiros. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 34, p. 295-305, 1962b.

BICUDO, L.R.H. **Mapeamento dos cerrados (*sensu lato*) do município de Botucatu - SP.** Florística de duas áreas. 1987. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1987.

BISSING, D.R. Variation in qualitative anatomical features of the xylem of selected dicotyledonous woods in relation to water availability. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, New York, v. 109, n. 3, p. 371-384, 1982.

BITENCOURT M. D. Diagnóstico cartográfico dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo. In: BITENCOURT, M. D.; MENDONÇA, R. R. (Eds.). **Variedade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo: Annablume, 2004. p. 17-28.

BITENCOURT, M. D., MENDONÇA, R. R. **Variedade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo: Annablume, 2004. 196 p.

BLATT, C. T. T. et al. Flavonoids of Bignoniaceae from "cerrado" and their possible taxonomic significance. **Plant Systematics and Evolution**, Austria, v. 210, n. 3, p. 289-292, 1998.

BRAUN, H. J. The significance of the accessory tissues of the hydrosystem for osmotic water shifting as the second principle of water ascent, with some thoughts concerning the evolution of trees. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 5, n. 4, p. 275-294, 1984.

BUCHI, S.J. et al. Processes preventing nocturnal equilibration between leaf and soil water potential in tropical savanna woody species. **Tree Physiology**, Victoria, n. 24, n. 10, p. 1119-1127, 2004.

BUKATSCH, F. Bermerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin. **Mikrokosmos**, Stuttgart, v. 61, n. 8, p. 33-36, 1972.

CALLADO, C. H. et al. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil. **IAWA Journal**, Leuven, v. 22, n. 1, p. 29-42, 2001.

CAMPOS, E. P. et al. Composição florística de um trecho de cerradão e cerrado e sua relação com o solo na floresta nacional (flona) de Paraopeba, MG, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 471-479, 2006.

CARLQUIST, S. **Comparative wood anatomy**: systematic, ecological and evolutionary aspects of dycotiledons wood. Berlin: Springer Verlag, 1988. 436 p.

CARLQUIST, S.; HOEKMAN, D. A. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 6, n. 4, p. 319-347, 1985.

CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 64, n. 7, p. 887-896, 1977.

CARLQUIST, S. Further concepts in the ecological wood anatomy with comments on recent work in wood anatomy and evolution. **Aliso**, California, v. 9, n. 4, p. 499-553, 1980.

CARMO, M. S.; COMITRE, V. Diagnóstico e participação dos proprietários na conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo. In: BITENCOURT M. D.; MENDONÇA, R. R. (Eds.). **Variedade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo: Annablume, 2004. p. 77-102.

CASTRO, A. J. Comparação florística de espécies do cerrado. **Silvicultura**, São Paulo, v. 15, n. 58, p. 16-18, 1994.

CASTRO, A. A. J. F. et al. How rich is the flora of Brazilian cerrados? **Annals Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 86, p. 192-224, 1999.

CECCANTINI, G. **Anatomia ecológica do lenho de espécies de cerrado e mata: *Casearia sylvestris* Sw e *Machaerium villosum* Vog.** 1996. 117 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CHIMELO, J. P.; MATTOS-FILHO, A. Preliminary wood structure observations of five hardwood species from different sites in Brazil. In: CONFERENCE OF INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATION (IUFRO), 5., 1988, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, IUFRO.

CHOAT, B. et al. Pit membrane porosity and water stress-induced cavitation in four co-existing dry rainforest tree species. **Plant Physiology**, Rockville, v. 141, n. 1, p. 41-48, 2003.

CHOAT, B. et al. Structure and function of bordered pits: new discoveries and impacts on whole-plant hydraulic function. **New Phytologist**, Lancaster, v. 177, n. 3, p. 608-626, 2007.

COPANT - COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICA: descrição geral macroscópica e microscópica da madeira, São Paulo, v. 30, p. 1-19. 1974.

CORADIN, V. T. R.; MUÑIZ, G. I. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira: Angiospermae II-Gimnospermae.** Brasília: IBAMA, 1992. 17 p. Série Técnica 15.

COSTA, A. A.; ARAÚJO, G. M. Comparação da vegetação arbórea de Cerradão e de Cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, MG. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 63-72, 2001.

COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: GOLDAMMER, J.G. (Ed.). **Fire in the tropical biota.** Ecosystem processes and global challenges. Berlin: Springer Verlag, 1990. p. 81-105.

COUTINHO, L.M. O bioma do cerrado. In: KLEIN, A.L. (Org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro.** São Paulo: UNESP; Imprensa Oficial do Estado, 2002. p. 77-92.

DEN OUTER, R. W.; VAN VEENENDAAL, W. L. H. Variation in wood anatomy of species with a distribution covering both rain forest and savanna areas of the Ivory Coast, West-Africa. In: BAAS, P.; BOLTON, A. J.; CATLING, D. M. (Eds.). **Wood structure in biological and technological research**. Leiden: Leiden University Press, 1976. p. 182-185.

DETIENNE, P.; JACQUET, P. **Atlas d'identification des bois de l'amazone et des regions voisines**. Nogent sur Marne: Centre Technique Forestier Tropical, 1983. 640 p.

DIAS-LEME, C. L. et al. Wood anatomy of four Myrtaceae genera in the subtribe Myrciinae from South America. **IAWA Journal**, Leuven, v. 16, n. 1, p. 87-95, 1995.

DICKISON, W. C. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Harcourt Academic Press, 2000. 533 p.

DICKISON, W. C. Steps toward the natural system of the dicotyledons: vegetative anatomy. **Aliso**, California, v. 12, n. 3, p. 555-566, 1989.

DICKISON, W. C.; PHEND, K. D. Wood anatomy of the Styracaceae: evolutionary and ecological considerations. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 6, n. 1, p. 3-22, 1985.

DURIGAN, G. Bases e diretrizes para restauração da vegetação de cerrado. In: KAGEYAMA, D.Y. et al. (Eds.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 187-204.

DURIGAN, G. et al. **Plantas do cerrado paulista**: imagens de uma paisagem ameaçada. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004a. 475 p.

DURIGAN, G. et al. A vegetação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo. In: BITENCOURT, M. D.; MENDONÇA, R. R. (Eds.). **Variedade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo: Annablume, 2004b. p. 29-56.

DURIGAN, G. et al. Caracterização de dois estratos da vegetação em uma área de cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 251-262, 2002.

ECKBLAD, J. W. How many samples should be taken. **Bio Science**, Whashington, n. 41, n. 5, p. 346-348, 1991.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Reviews**, New York, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.

ELLERBY, D. J.; ENNOS, A. R. Resistances to fluid flow of model xylem vessels with simple and scalariform perforation plates. **Journal of Experimental Botany**, United Kingdom, v. 49, n. 323, p. 979-985, 1998.

ESAU, K. **Plant anatomy**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1965. 767 p.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: EDUSP, 1974. 293 p.

EWERS, F.W. Xylem structure and water conduction in conifer trees, dicot trees, and lianas. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 6, n. 4, p. 309-317, 1985.

FAHN, A. **Plant Anatomy**. Oxford: Pergamon Press. 611 p.

FAHN, A.; LESHEM, B. Wood fibres with living protoplast. **New phytologist**, Lancaster, v. 62, p. 91-98, 1990.

FAHN, A. et al. **Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions**. Jerusalem: Israel Academy of Sciences and Humanities. 1986. 221 p.

FALCOMER, J. et al. Cerrado. In: BUENO, A.M. (Ed.). **Ecossistemas brasileiros**. Brasília: Ibama, 2001. 239 p.

FERRI, M.G. **Vegetação brasileira**. São Paulo: EDUSP, 1980. 157 p.

FRANCO, A. C. Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira, P.S.; Marquis, R.J. (Eds.). **The cerrados of Brazil**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 178-197.

FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature**, London, v. 155, p. 51, 1945.

FREESE, F. **Elementary statistical methods for foresters**. Washington: United States Forest Service Agricultural Handbook, v. 317, 87 p. 1967.

GOLDSTEIN, G. et al. Stem water storage and diurnal patterns of water use in tropical forest canopy trees. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 21, n. 4, p. 397-406, 1998.

GOMES, B.Z. et al. Estrutura do cerrado e da transição entre cerrado e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 249-262, 2004.

HACKE, U.G. et al. Scaling of angiosperm xylem structure with safety and efficiency. **Tree Physiology**, Victoria, v. 26, n. 6, p. 689-701, 2006.

HAMMERLE, I.N.C. **Ecofisiologia comparativa de espécies arbóreas de cerrado s.s. e mata de galeria**. 2006. 78 f. Tese (Doutorado em Ecologia)-Universidade de Brasília, 2006.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, DF, v. 12, n. 1, p. 54-64, 2000.

HARIDASAN, M. Nutrient cycling as a function of landscape and biotic characteristics in the cerrados of Central Brazil. In: MCCLAIN, M.E.; VICTORIA, R.L.; RICEY, J.E. (Eds.). **The biogeochemistry of the Amazon Basin**. New York: Oxford University Press, 2001. p. 68-83.

HIJMANS, R. J. et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, Chichester, v. 25, n. 15, p. 1965-1978, 2005.

IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 10, n. 2, p. 219-332, 1989.

JANSEN, S. et al. Variation in xylem structure from tropics to tundra: evidence from vessel pits. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v. 101, n. 23, p. 8833-8837, 2004.

JOLY, A. B. **Conheça a vegetação brasileira**. São Paulo: EDUSP; Polígono, 1970. 165 p.

JONSSON, M.; MALMQVIST, B. Ecosystem process rate increases with animal species richness: evidence from leaf-eating, aquatic insects. **Oikos**, Copenhagen, v. 89, n. 3, p. 519-523, 2000.

KLAASSEN, R. Wood anatomy of the Sapindaceae. **IAWA Journal**, Leuven, 1999. 214 p. Suplemento 2.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado Brasileiro. **Conservation Biology**, Florida, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Growth control in woody plants**. California: Academic Press, 1997. 642 p.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: Seropédica, EDUR, 1997. 198 p.

LENS, F. et al. Ecological trends in the wood anatomy of Vaccinioideae (*Ericaceae* s.l.). **Flora**, (s.l.), v. 199, p. 309-319, 2004.

LEITÃO FILHO, H. F. A flora arbórea dos cerrados do estado de São Paulo. **Hohnea**, São Paulo, v. 19, n. 1/2, p. 151-163, 1992.

LINDORF, H. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. **IAWA Journal**, Leuven, v. 15, n. 4, p. 61-376, 1994.

LOEPFE, L. et al. The relevance of xylem network structure for plant hydraulic efficiency and safety. **Journal of Theoretical Biology**, London, v. 247, n. 4, p. 788-803, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 352p.

LUCHI, A. E. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 271-280, 2004.

LUCHI, A.E. et al. Anatomia comparada do lenho de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. em áreas de cerrado e de plantação de *Pinus elliottii* Engelm. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 809-820, 2005.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology**: a primer on methods and computing. New York: John Wiley & Sons, 1988. 368 p.

MACHADO, R. B. et al. **Estimativa de perda da área do Cerrado Brasileiro**. Brasília, DF, 2004. 23 p. (Relatório técnico).

MACHADO, S. R. et al. Comparative wood anatomy of root and stem in *Styrax camporum* (Styracaceae). **IAWA Journal**, Leuven, v. 18, n. 1, p. 13-25, 1997.

MACHADO, S. R. et al. Comparative bark anatomy of root and stem in *Styrax camporum* (Styracaceae). **IAWA Journal**, Leuven, v. 26, n. 4, p. 477-487, 2005.

MACHADO, S.R. et al. Structural variation in root and stem wood of *Styrax* (Styracaceae) from Brazilian Forest and Cerrado. **IAWA Journal**, Leuven, v. 28, n. 2, p. 173-188, 2007.

MAINIERI, C. **Identificação das principais madeiras de comércio do Brasil**. Boletim IPT, São Paulo, v.16, p.1-189, 1983.

MAINIERI, C. et al. **Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras**. São Paulo: Promocet, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1983. 241 p.

MARANHO, L. T. et al. Organização estrutural da casca de *Persea major* Kopp (Lauraceae). **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 509-515, 2009.

MARCATI, C. R. et al. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 311-320, 2001.

MARCATI, C. R. et al. Growth rings in cerrado woody species: occurrence and anatomical markers. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 3. Disponível em: <<http://www.Biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00206032006>>. Acesso em: 04 dez. 2006.

MAUSETH, J. D. **Plant anatomy**. California: Benjamin Cummings Publishing, 1988. 560 p.

MENDONÇA, R. R. A história da ocupação do interior do Estado de São Paulo. In: BITENCOURT, M. D.; MENDONÇA, R. R. (Eds.). **Variedade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo: Annablume, 2004. p. 57-76.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press. 1950. v. 2. 1500 p.

MICCO, V. et al. Wood anatomy and hydraulic architecture of stems and twigs of some Mediterranean trees and shrubs along a mesic-xeric gradient. **Trees**, Berlin, v. 22, n. 3, p. 43-655, 2008.

MILANEZ, C. R. D. **Estudos anatômicos e ultra-estruturais em Melastomataceae de cerrado**. 2007. 136 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2007.

MILANEZ, C. R. D. et al. Sítios de acúmulo de alumínio no lenho de três espécies de Melastomataceae do cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 60, 2009, FEIRA DE SANTANA. **Anais...** Feira de Santana, 2009.

MINA-RODRIGUES, E. M. C. **Estudo morfo-anatômico dos órgãos vegetativos de *Pera glabrata* Baill. (Euphorbiaceae) em material procedente de mata mesófila semidecídua e de cerrado**. 1986. 103 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1986.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots**. Mexico City: CEMEX, 1999. 430 p.

OLIVEIRA, J. S. **Variações estruturais do lenho de espécies de cerrado do Estado de São Paulo**. 2006. 129 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Eds.) **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. 398 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. et al. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of Cerrado in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 5, n. 4, p. 413-431, 1989.

PAVIANI, T. I. Anatomia vegetal e cerrado. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 1076-1086, 1978.

PEREIRA, B. A. S. **Estudo morfo-anatômico da madeira, casca e folha de duas variedades vicariantes de *Sclerolobium paniculatum* de mata e Cerrado**. 1990. 209 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais)-Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

PINHO, R. A. Contribuição ao estudo anatômico do lenho secundário de árvores da flora dos Cerrados. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.38, p.113-136, 1966.

PINHO, R. A.; CAMARGO, T. M. Contribuição ao estudo anatômico do lenho de árvores da flora dos cerrados III. São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 8, p. 1-9, 1979.

PINHO, R. A. et al. Contribuição ao estudo anatômico do lenho secundário de árvores da flora dos cerrados. IV. São Paulo Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v.1 9, n. 1/2, p. 171-183, 1992.

POCKMAN, W. T.; SPERRY, J. S. Vulnerability to xylem cavitation and the distribution of Sonoran desert vegetation. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 87, n. 9, p. 1287-1299, 2000.

PRATT, R. B. et al. Relationships among xylem transport, biomechanics and storage in stems and roots of nine Rhamnaceae species of the California chaparral. **New Phytologist**, Lancaster, v. 174, p. 787-798, 2007.

RAIJ, B. VAN. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo. 2001. 285p.

RATTER, J. A. et al. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, Oxford, v. 80, n. 3, p. 223-230, 1997.

RIBEIRO, J. E. L. S. et al. **Flora da Reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia central. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas-Departamento para o desenvolvimento internacional. 1999. 816 p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S.P. (Eds.). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina: Embrapa, Centro de Pesquisas Agropecuária dos Cerrados, 1998. p. 89-166.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda., 1997. 747 p.

SARMIENTO, G. The savannas of Tropical America. In: BOURLIERE, F. (ed.). **Ecosystems of the world**: tropical Savannas. Amsterdam: Elsevier, 1983. p.245-288.

SASS, J. E. **Elements of botanical microtechnique**. New York-London: McGraw-Hill Book, 1958. 222 p.

SCHULTE, P. J. Water flow through a 20-pore perforation plate in vessels of *Liquidambar styraciflua*. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 50, n. 336, p. 1179-1187, 1999.

SILVA JUNIOR, M. C. **100 árvores do cerrado**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado. 2005. 278 p.

SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy**. San Francisco: W. H. Freeman, 1973. 573 p.

SOFFIATTI, P.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Estudo anatômico comparativo do lenho e da casca de duas espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 175-184, 1999.

SPERRY, J. S. Relationship of xylem embolism to xylem pressure potential stomatal closure and shoot morphology in the palm *Rhapis excelsa*. **Plant Physiology**, Washington, v. 80, n. 1, p. 110-116, 1986.

SPERRY, J. S. et al. Safety and efficiency conflicts in hydraulic architecture: scaling from tissues to trees. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 31, p. 632-645, 2008.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical. **Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.

TOMAZZELO, M. et al. Anatomical features of increment zones in different tree species in the State of São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66, n. 66, p. 46-55, 2004.

TYREE, M. T.; ZIMMERMANN, M. H. **Xylem structure and the ascent of sap**. Berlin: Springer, 2002. 156p.

VOIGT, A. R. A. **Anatomia comparada do lenho da espécie *Caryocar brasiliense* camb. (Caryocaraceae) em áreas de cerrado no Sudeste e Centro-Oeste do Brasil**. 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2009.

WHEELER, E.; BAAS, P. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 12, n. 3, p. 75-332, 1991.

WHEELER, E.; BAAS, P. Wood identification: a review. **IAWA Journal**, Leuven, v. 19, n. 3, p. 41-264, 1998.

WHEELER, E. A. et al. Variations in dicot wood anatomy: a global analysis based on the Inside Wood database. **IAWA Journal**, Leuven, v. 28, n. 3, p. 229-258, 2007.

WHEELER, J. K. et al. Inter-vessel pitting and cavitation in woody Rosaceae and other vesselless plants: a basis for a safety versus efficiency trade-off in xylem transport. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 28, n. 6, p. 800-812, 2005.

WORBES, M. Growth rings, increment and age of trees in inundation forests, savannas and a mountain forest in the neotropics. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 10, n. 2, p. 109-122, 1989.

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. **IAWA Journal**, Leuven, v. 16, n. 4, p. 337-351, 1995.

ZANNE, A. E. et al. Patterns and consequences of differential vascular sectoriality in 18 temperate tree and shrub species. **Functional Ecology**, v. 20, n. 2, p. 200-206, 2006.

ZANNE, A. E. et al. Angiosperm wood structure: global patterns in vessel anatomy and their relation to wood density and potential conductivity. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 97, n. 2, p. 207-215, 2010.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 662 p.

ZIMMERMAN, M. H. **Xylem structure and the ascent of sap**. 2.ed. New York: Springer-Verlag, 1983. 143 p.

ZWEYPFENNING, R. C. V. J. A hypothesis on the function of vestured pits. **IAWA Bulletin**, Leuven, v. 1, p. 13-15, 1978.