

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

**ANATOMIA COMPARADA DA CASCA DE *Stryphnodendron polyphyllum*
Mart. (FABACEAE) EM CERRADO *SENSU STRICTO* E MATA DE
GALERIA**

PAULA CRISTINA BENETTON VERGÍLIO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de Mestre
em Ciência Florestal.

BOTUCATU-SP

Janeiro – 2015

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

**ANATOMIA COMPARADA DA CASCA DE *Stryphnodendron polyphyllum*
Mart. (FABACEAE) EM CERRADO *SENSU STRICTO* E MATA DE
GALERIA**

PAULA CRISTINA BENETTON VERGÍLIO

Orientadora: Profa. Dra. Carmen Regina Marcati

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de Mestre
em Ciência Florestal.

BOTUCATU-SP

Janeiro – 2015

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

V497a Vergílio, Paula Cristina Benetton, 1988-
Anatomia comparada da casca de *Stryphnodendron poly-*
phyllum Mart. (Fabaceae) em cerrado *sensu stricto* e mata de
galeria / Paula Cristina Benetton Vergílio. - Botucatu :
[s.n.], 2015
x, 57 f. : fots. color., ils. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2015
Orientador: Carmen Regina Marcati
Inclui bibliografia

1. Cerrados. 2. Mata ciliar. 3. Plantas lenhosas - Ana-
tomia. 4. Fogo. I. Marcati, Carmen Regina. II. Universida-
de Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de
Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “ANATOMIA COMPARADA DA CASCA DE *Stryphnodendron polyphyllum*
Mart. (FABACEAE) EM CERRADO *SENSU STRICTU* E MATA DE
GALERIA”

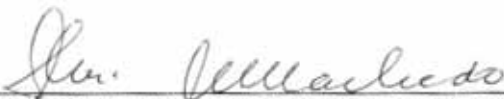
ALUNA: PAULA CRISTINA BENETTON VERGILIO

ORIENTADORA: PROFA. DRA. CARMEN REGINA MARCATI

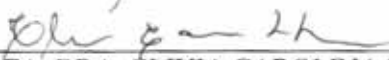
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFA. DRA. CARMEN REGINA MARCATI



PROF. DR. SILVIA RODRIGUES MACHADO



PROFA. DRA. CLIVIA CAROLINA FIORILO POSSOBOM

Data da Realização: 23 de janeiro de 2015.

**“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas,
mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os
pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem
muito, porque vivem numa penumbra cinzenta,
onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”**

Theodore Roosevelt

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, pelo espaço físico, pelos equipamentos e por toda a estrutura que tornou possível a realização deste trabalho. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal. À Seção Técnica de Pós-Graduação cujos funcionários sempre estavam dispostos a ajudar e a esclarecer todas as minhas dúvidas.

À minha orientadora Carmen Marcati pela oportunidade, coragem e paciência em me orientar. Por me apresentar uma área nova, que acabou me conquistando. Por todos os ensinamentos, científicos ou triviais. Por acreditar e sempre “apostar” em mim. Por realmente me orientar nesse começo de carreira, mostrando o caminho difícil, mas realizador, da boa ciência internacional. Te admiro muito! Eu não poderia ter “caído” com uma orientadora melhor!

À professora Giuseppina Lima e orientados pela ajuda na extração de taninos; e à professora Rejane Grotto pelas valiosas contribuições.

À professora Tatiane Rodrigues e seus orientados, em especial Ricardo Tozin, pela ajuda nos testes histoquímicos.

Aos professores Silvia Machado e Felipe Amorim pelas valiosas sugestões durante a qualificação do mestrado.

Às professoras Silvia Machado e Clivia Possobom pelas valiosas contribuições durante a defesa do mestrado.

Aos companheiros do Laboratório de Anatomia da Madeira: Fabio Bosio, Natália Totti, Marcela Blagitz, Olívia Lopes, Jane Rodrigues, Caroline Caum, Larissa Dória, Rafaela Parmeggiani, Renan, João, Matheus, Jefferson e à nossa técnica “salva-vidas” Liliane Pereira por me oferecerem um pouco de seu tão pouco tempo disponível. Pela ajuda nas coletas, no preparo e nas análises do material. Pelas inúmeras conversas e sugestões que tanto contribuíram para a realização deste trabalho. Por propiciar um ambiente aconchegante e acolhedor. Por todas as risadas que vocês “arrancaram” de mim quando eu não tinha mais forças para sorrir. Vocês valem ouro e eu sempre os carregarei em meu coração.

Aos inúmeros colegas da Pós-Graduação em Ciência Florestal (UNESP – Botucatu), Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica) (UNESP – Botucatu), XI Turma de Licenciatura em Ciências Biológicas (UNESP – Bauru) e turma 2004-2006 do Colégio Técnico Industrial (UNESP - Bauru) por todo o apoio, incentivo e por todos os momentos de descontração que tanto aliviaram as tensões do mestrado.

Às minhas melhores amigas Tháyra Pedroso e Najla Varalta, e ao Gabriel Victoriano, por me oferecerem seus ombros às minhas lágrimas e ouvidos aos meus desabafos. Pelas inúmeras palavras de apoio e incentivo. Por acreditarem em mim, mesmo quando eu não era mais capaz disso. Por suportarem e torcerem pelas minhas conquistas. Vocês são amigos verdadeiros que eu tenho o prazer de carregar comigo, sempre.

Ao meu irmão André por todo o carinho, conhecimento, proteção e compreensão. Por simplesmente ficar ao meu lado. Pelos conselhos e broncas. Por todos os cafunés. Por ser muito mais que um irmão, mas um amigo, um verdadeiro irmão de sangue: o meu maninho! Te adoro!

Aos meus pais Lucinei e Pedro pela criação, apoio, sustento, amparo e carinho. Por serem meu esteio sempre que eu precisei e em todos os outros momentos também. Por entenderem os inúmeros finais de semana que eu não pude voltar para casa. Por ficarem ao meu lado mesmo quando vocês não entendiam o que estava acontecendo. Tenho muito orgulho de ser filha de vocês! Amo vocês!

Aos meus familiares que entre os “mas você só estuda, quando vai começar a trabalhar?” muito torceram por este título.

À Deus por tudo, pois sem Ele nada disso teria sido possível.

À todos aqueles que de alguma maneira colaboraram com este trabalho, mas que por falha eu me esqueci de colocar o nome aqui.

À todos vocês,
o meu sincero OBRIGADA!

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	VI
LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
RESUMO.....	1
SUMMARY	2
INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA.....	3
1. O Cerrado	3
2. A Casca.....	5
3. Estudos comparativos de plantas de cerrado e de mata de galeria.....	8
4. Características gerais de Fabaceae, Mimosoideae e <i>Stryphnodendron</i> spp.	9
5. Características anatômicas da casca em Mimosoideae e <i>Stryphnodendron</i> spp. ..	10
HIPÓTESE E JUSTIFICATIVA.....	13
OBJETIVO	14
CAPÍTULO 1: ESTRUTURA DA CASCA EM DUAS FITOFISIONOMIAS DO CERRADO..	17
Introdução	18
Material e métodos.....	20
Área de estudo	20
Coletas	20
Processamento do material	20
Análise do material: aspectos qualitativos.....	22
Análise do material: aspectos quantitativos.....	22
Resultados	24
Aspectos gerais das populações em campo	24
Aspectos qualitativos	24
Aspectos quantitativos	26
Discussão	27
Aspectos gerais das populações em campo	27
Aspectos qualitativos	28
Aspectos quantitativos	29
Conclusão.....	33
Referências.....	33
CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Características dos locais de coleta e características das árvores de *Stryphnodendron polyphyllum* estudadas em Pratânia, SP. N° BOTU = Número de inclusão no Herbário “Irina Delanova de Gemtchujinikov” do Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu/SP. N° BOTUw = número de inclusão na Xiloteca “Maria Aparecida Mourão Brasil” da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP de Botucatu/SP..... 38

Tabela 2 Testes histoquímicos da casca de *Stryphnodendron polyphyllum* em cerrado *sensu stricto* e mata de galeria. Resultados apresentados como presente (+), ausente (-) ou teste não-realizado (0). 39

Tabela 3 Dados quantitativos da casca de *Stryphnodendron polyphyllum* em cerrado *sensu stricto* e mata de galeria. Para cada parâmetro de ‘Anatômica’ fizemos 50 medições por população e para cada parâmetro de ‘Largura’ fizemos 10 medições por população. Os parâmetros de ‘Proporção’ obtivemos ao dividir cada parâmetro de ‘Largura’ pela largura do raio do ramo (10 valores por população). Os valores estão apresentados em Média $\pm$ Desvio Padrão. el = elemento. * Estatisticamente significativo a 5% de significância. 39

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1** Mapa demonstrativo da área de estudo, Fazenda “Palmeira da Serra”, Pratânia/SP. 1 – Cerrado *sensu stricto*; 2 – Mata de galeria. Obtido de Sonsin et al. (2012). 40
- Fig. 2** A-B Imagens da vegetação das áreas de coleta na Fazenda “Palmeira da Serra” (Pratânia/SP). A Cerrado *sensu stricto*. B Mata de galeria. 41
- Fig. 3** A-B *Stryphnodendron polyphyllum* nas áreas de coleta. A Em cerrado *sensu stricto*, com ramificação mais baixa. B Em mata de galeria, com ramificação mais alta. 42
- Fig. 4** A-B Superfície da casca de *Stryphnodendron polyphyllum*. A Coloração marrom e aspecto liso com lenticelas dispersas. B Coloração aparentemente marrom mais clara pela presença de líquens e fungos. Notar o desprendimento da periderme (seta). C-D Corte transversal dos ramos. C Ramo recém coletado mostrando casca avermelhada (*) e substância amarelada que exsudava (seta). D Ramo seco e polido mostrando ritidoma marrom-escuro (ponta da seta) e floema secundário marrom-claro (*). Notar que o ritidoma está mais desenvolvido em um dos lados do ramo (à direita na imagem)..... 43
- Fig. 5** Corte transversal do ramo de *Stryphnodendron polyphyllum* mostrando xilema e floema secundários, córtex e ritidoma. Ritidoma (R). Córtex com esclereides (Ec) e células parenquimáticas com conteúdo (Pc). Fibras do floema primário (ponta da seta). No floema não-condutor, os raios têm percurso ondulado (Ro) dilatando-se em cunha (Rd), com algumas células com conteúdo (r), as células do parênquima axial estão pouco dilatadas, tubos crivados e células companheiras colapsados (seta), fibras em faixas tangenciais descontínuas (F) e esclereides (Ef). No floema condutor os raios têm percurso reto (Rr) e as fibras estão em faixas tangenciais descontínuas (F). Barra=250µm. 44
- Fig. 6** A-D Cortes transversais da casca de *Stryphnodendron polyphyllum*. A-C Ritidoma/periderme. A Detalhe mostrando peridermes sequenciais (seta aberta) de percurso irregular (seta fechada) com células do córtex (*) entre as peridermes. B Lenticela. Detalhe tecido de preenchimento (•) e camada de oclusão (*). C Periderme (P) com células retangulares do felema (Fl), felogênio (*) e feloderme (Fm); e córtex (C). D

Córtex (C) com esclereides em grupos (Ec), alguns com conteúdo (seta aberta) e células parenquimáticas com conteúdo (Pc); fibras do floema primário (Fp); e floema secundário não-condutor (F) com esclereides em grupos (Ef), alguns com conteúdo (seta fechada) e células parenquimáticas com conteúdo (Pf). Barras: A=200µm; B=50µm; C=10µm; D=50µm..... 45

Fig. 7 A-B Cortes longitudinais radiais do floema secundário de *Stryphnodendron polyphyllum*. A Floema não-condutor (FnC) e floema condutor (FC). Placa composta intermediária de reticulada para escalariforme (ponta da seta). Células procumbentes de raio (seta aberta). Detalhe da placa crivada com seus crivos abertos circundados por calose no floema condutor. B Idioblastos expandidos sem conteúdo (*) no floema não-condutor (FnC) e no floema condutor (FC). Placas crivadas compostas reticuladas (ponta da seta). Células procumbentes de raio (seta aberta), notar que algumas possuem conteúdo (seta fechada). Barras: A=50µm e detalhe = 25µm; e B=25µm..... 46

Fig. 8 A-B Aspectos anatômicos do floema secundário de *Stryphnodendron polyphyllum*. A Corte transversal destacando fibras gelatinosas (*); bainha de células parenquimáticas com cristais prismáticos (ponta da seta); células parenquimáticas com conteúdo (PcC) e sem conteúdo (PsC) em arranjo difuso; espaços intercelulares (seta aberta); elementos de tubo crivado (etc) solitários (quadrado) ou agrupados (retângulo) e suas células companheiras associadas (setas fechadas). B Corte longitudinal tangencial mostrando raios não-estratificados. Destaque para raios unisseriados localmente bisseriados (seta fechada), placas crivadas oblíquas (seta aberta) e séries parênquimáticas (*). Barras: A=25µm e B=50µm..... 47

Fig. 9 A-C Material dissociado do floema secundário de *Stryphnodendron polyphyllum* mostrando diversidade de elementos de tubo crivado. A Áreas crivadas inconspícuas (seta aberta) e detalhe da placa crivada composta reticulada do elemento de tubo crivado. B Elementos de tubo crivado com A: duas células companheiras; B: quatro células companheiras. C Diversidade de apêndices do elemento tubo crivado (seta fechada). A: longo; B: curto; C: três elementos de tubo crivado, um com apêndice curto, um com apêndice longo e um sem apêndice. Detalhe das células companheiras acompanhando os

apêndices dos elementos de tubo crivado (seta aberta). Barras: A-C=50µm; detalhe da A=25µm..... 48

Fig. 10 A-D Aspectos anatômicos da casca de *Stryphnodendron polyphyllum*. A-C Cortes longitudinais radiais. A Placas crivadas (seta) com crivos circundados por calose de brilho translúcido. B Proteína-P nas extremidades dos tubo crivado (seta). C Cristais prismáticos em células subdivididas do parênquima axial (seta fechada) e fibras (ponta da seta). Células parenquimáticas com conteúdo (*). Células procumbentes de raio (seta aberta). D Corte transversal do floema secundário condutor com fibras gelatinosas em faixas tangenciais descontínuas (seta fechada) e bainha de células parenquimáticas com cristais prismáticos (seta aberta). Notar células do parênquima axial (*) e radial (ponta da seta) com conteúdo. Barras: A-C=25µm; D=40 µm. 49

ANATOMIA COMPARADA DA CASCA DE *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. (FABACEAE) EM CERRADO *SENSU STRICTO* E MATA DE GALERIA. Botucatu,

2015. 57 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Autora: PAULA CRISTINA BENETTON VERGÍLIO

Orientadora: DRA. CARMEN REGINA MARCATI

RESUMO

O cerrado abrange diversas fitofisionomias, dentre elas, o cerrado *sensu stricto*, que é uma formação savânica onde há a ocorrência de fogo e o solo é mais pobre em nutrientes, e a mata de galeria, que é uma formação florestal onde não ocorre o fogo e o solo é mais rico em nutrientes. Nós hipotetizamos que a casca das árvores do cerrado *sensu stricto* é mais larga (proteção ao fogo) e tem um maior grau de escleromorfia nas suas células (solo mais pobre). Para testar essas hipóteses nós comparamos populações de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. (Fabaceae) em cerrado *sensu stricto* e mata de galeria. Para tal, coletamos amostras de ramos de indivíduos adultos de *S. polyphyllum*, realizamos a extração e dosagem de fenóis totais da casca, confeccionamos lâminas permanentes e semipermanentes da casca, e analisamos os aspectos qualitativos e quantitativos da casca. Não houve variações nos aspectos qualitativos da casca entre as populações, podendo ser usados para fins taxonômicos. Já, os aspectos quantitativos apresentaram variações entre as populações. A população do cerrado *sensu stricto* apresentou valores maiores na largura e proporção do ritidoma e valores menores na largura e proporção do floema secundário condutor, nos diâmetros da fibra e do elemento de tubo crivado e na altura dos raios. Essas diferenças evidenciam as estratégias de cada população, sendo que a casca população do cerrado *sensu stricto* se caracteriza pela proteção contra fogo e pela segurança na condução de fotoassimilados; e a casca da população da mata de galeria se caracteriza pela eficiência na condução de fotoassimilados. Não encontramos diferenças nem quanto à largura da casca e nem quanto ao grau de escleromorfia nas células da casca entre as populações estudadas.

Palavras chave: cerrado, mata de galeria, casca larga, fogo, escleromorfia

COMPARATIVE BARK ANATOMY OF *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. (FABACEAE) IN CERRADO *SENSU STRICTO* AND GALLERY FOREST.

Botucatu, 2015. 57 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Author: PAULA CRISTINA BENETTON VERGÍLIO

Adviser: DRA. CARMEN REGINA MARCATI

SUMMARY

The cerrado covers various vegetation types, among them, the cerrado *sensu stricto*, which is a savanna types where has the fire occurrence, and it has poorer soil, and the gallery forest, which is a forest type where has not the fire occurrence, and it has rich soil. We hypothesized that the cerrado *sensu stricto* trees has thicker bark (fire protection), and it has a higher degree of scleromorphism into its cells (poorer soil). To test these hypotheses we compared populations of *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. (Fabaceae) in both cerrado *sensu stricto* and gallery forest. We collected branch samples of adult trees of *S. polyphyllum*, and we performed the extraction and quantification of total phenols from the bark, and we made permanent and semipermanent bark slides, and we analyze the qualitative and quantitative bark aspects. The qualitative bark aspects did not show any variation between both populations, and it can be used for taxonomic purposes. The quantitative aspects showed variations between both populations. The cerrado *sensu stricto* population showed higher values in the width and proportion of rhytidome; and lower values in the width and proportion of conducting secondary phloem, and in the fiber diameter, and in the sieve element diameter, and in rays height. These differences highlight the strategies of each population. The feature bark of cerrado *sensu stricto* population is the fire protection, and phloem conductivity safety. The feature bark of gallery forest population is the phloem conductivity efficiency. We do not found differences neither of width and proportion bark, nor of degree of scleromorphic into bark cells between the study populations.

Keywords: Cerrado, gallery forest, thick bark, fire, scleromorphy

INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

1. O Cerrado

O Cerrado é uma das regiões de maior biodiversidade do planeta (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE [MMA], 2007, p. 13; GANEM, 2010), concentrando um terço da biodiversidade nacional e 5% da mundial (FALEIRO et al., 2008). Estimativas apontam mais de 12.000 espécies de plantas terrestres (FORZZA, 2010), sendo cerca de 44% endêmicas (MYERS et al., 2000; OLIVEIRA; MARQUIS, 2002). Inicialmente, o cerrado cobria 2.039.386 km² (GANEM, 2010), cerca de 25% do território nacional (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE [MMA], 2007, p. 13; GANEM, 2010), contudo, nos últimos cinquenta anos, houve a perda de quase metade da sua extensão (GANEM, 2010). Devido a essa alta riqueza biológica, com alto grau de endemismo, e a excepcional perda de habitat, o cerrado é considerado um dos “hotspots” mundiais de biodiversidade, isto é, um dos ambientes mais ricos e ameaçados do planeta (MYERS et al., 2000; OLIVEIRA, MARQUIS, 2002; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE [MMA], 2007, p. 13; GANEM, 2010).

O domínio do Cerrado é um mosaico de vegetações florestais, savânicas e campestres (SANO et al., 2008; BATALHA, 2011), como o cerrado *sensu stricto* e a mata de galeria. O cerrado *sensu stricto* é uma formação savânica caracterizada por um estrato herbáceo bem definido interrompido por árvores e arbustos em diferentes densidades (BATALHA, 2011); as árvores são baixas, inclinadas e tortuosas, com ramos retorcidos, cascas largas e folhas coriáceas (SANO et al., 2008). Já, a mata de galeria é uma formação florestal (com formação de um dossel contínuo) perenifólia que acompanha

rios de pequeno porte, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso d'água (SANO et al., 2008). O mosaico de fitofisionomias no domínio do Cerrado é determinado principalmente pela fertilidade do solo (solo pouco mais pobres ou pouco menos pobres) e pelo fogo (frequência, época e intensidade das queimadas) (COUTINHO, 2002).

Os solos do domínio do Cerrado são profundos, porosos, permeáveis, bem drenados e, por isso, profundamente lixiviados (EITEN, 1972; COUTINHO, 2002). Sua textura é predominantemente arenosa, areno-argilosa ou, eventualmente, argilo-arenosa, com baixa retenção de água (COUTINHO, 2002). São solos muito ácidos, com pH variando de menos de 4 a pouco mais de 5, altos níveis de Al^{3+} , Fe^{2+} e Mn^{2+} , baixas quantidades de matéria orgânica (ARENS, 1958b; EITEN, 1972; RATTER et al., 1997; COUTINHO, 2002) e poucos nutrientes (solos pobres) (EITEN, 1972; OLIVEIRA; MARQUIS, 2002). Existe um gradiente nutricional que cresce das formações campestres para as formações florestais (COUTINHO, 2002). Portanto, os solos da mata de galeria são mais férteis que os solos do cerrado *sensu stricto* (EITEN, 1972; RATTER et al., 1997; SANO et al., 2008; SILVA et al., 2008; HOFFMANN et al., 2009).

A deficiência nutricional nos solos do domínio do Cerrado pode acarretar no aparecimento de estruturas escleromórficas nas plantas, conhecida como "hipótese do escleromorfismo oligotrófico" (ARENS, 1958a, 1958b). Segundo essa hipótese, as plantas do Cerrado absorvem luz, gás carbônico e água em abundância para fotoassimilar carboidratos; contudo, a deficiência nutricional de seus solos (oligotrofia), as impede de produzir proteínas. Assim, essas plantas depositam os carboidratos fotoassimilados em suas células, gerando características esclerenquimáticas, como paredes celulares espessas, esclerênquima, cutícula, taninos, terpenos, cutina, suberina, ceras, entre outros (ARENS, 1958a, 1958b). Quanto mais pobre o solo, maior o grau de escleromorfia das plantas.

Queimadas naturais ocorrem periodicamente no final da estação seca e na estação chuvosa, ocasionadas por raios (FRANÇA et al., 2007). Elas são comuns no domínio do Cerrado, com registro de milhares de anos, o que faz do fogo um fator ecológico de grande importância para esse ecossistema (EITEN, 1972; OLIVEIRA, MARQUIS, 2002). O fogo natural no domínio do Cerrado chega a atingir 800°C ou mais de temperatura do ar na chama, é rápido e superficial, com notável ação transformadora da fisionomia e da estrutura da vegetação (COUTINHO, 2002; OLIVEIRA, MARQUIS, 2002). Também existe um gradiente de frequência de fogo, mas ele que decresce das

formações campestres para as formações florestais (COUTINHO, 2002), sendo que a mata de galeria não sofre ação do fogo natural (EITEN, 1972; SILVA et al., 2008).

Como o fogo é um fator natural no domínio do Cerrado, a vegetação lenhosa apresenta adaptações de proteção, tais como: casca larga, proteção de gemas, órgãos subterrâneos desenvolvidos, e translocação de nutrientes para os tecidos subterrâneos no início da estação seca (EITEN, 1972; RATTER et al., 1997; MIRANDA, SATO, 2005; SIMON et al., 2009). A largura da casca é um isolante térmico que impede que as temperaturas altas atinjam e danifiquem os tecidos internos à casca, sendo de grande importância para a vegetação lenhosa do Cerrado (OLIVEIRA, MARQUIS, 2002; MIRANDA, SATO, 2005).

2. A Casca

A casca é uma parte complexa da planta nos âmbitos estrutural, fisiológico e funcional, transportando e armazenando elementos orgânicos e água, além de proteger a planta contra herbívoros e patógenos (ROTH, 1981; LEV-YADUN, 2011). Apresenta importância taxonômica, por meio da avaliação de sua morfologia externa (ROTH, 1981; CALIXTO, RIBEIRO, 2004; SONSIN, 2011); importância ecológica, protegendo os tecidos internos da casca das altas temperaturas do fogo (OLIVEIRA, MARQUIS, 2002; MIRANDA, SATO, 2005; LEV-YADUN, 2011); importância medicinal, sendo usada como remédio por comunidades tradicionais (CALIXTO; RIBEIRO, 2004) e indústrias farmacêuticas (BORGES FILHO; FELFILI, 2003); potencial energético, sendo usada como fonte de lenha para geração de calor e combustível no meio rural (VALE et al. 2002); além de oferecerem dados para entender a evolução das espécies (ROSELL; OLSON, 2014).

“Casca” é um termo não técnico empregado para designar todos os tecidos externos ao câmbio vascular (EVERT, 2006; LEV-YADUN, 2011). No desenvolvimento primário do corpo da planta, a casca é constituída de floema primário, córtex e epiderme. Já, no desenvolvimento secundário ela é constituída por floema secundário, córtex, periderme e os tecidos mortos externos à periderme (EVERT, 2006). Contudo, o termo “casca” é, muitas vezes, empregado equivocadamente como sinônimo de “periderme” (EVERT, 2006). Isso gera confusão, pois alguns autores (OLIVEIRA, MARQUIS, 2002; MIRANDA, SATO, 2005; LEV-YADUN, 2011) referem-se à “casca” como responsável pela proteção da planta contra o fogo, enquanto outros (COUTINHO,

2002; ALONSO, MACHADO, 2008; SIMON et al., 2009) afirmam que essa função é somente da “periderme” (principalmente devido às características do felema). Dessa forma, fica dúvida a interpretação sobre qual parte da casca é responsável pela proteção contra o fogo, se é a casca total ou somente a periderme.

A periderme é um tecido protetor de origem secundária que consiste de felogênio (zona meristemática), felema ou súber (tecido externo ao felogênio) e feloderme (tecido interno ao felogênio). A planta pode apresentar uma única periderme ou várias peridermes sequenciais, cujo conjunto recebe o nome de “ritidoma”. O ritidoma pode ainda conter outros tecidos (como o córtex e o floema) isolados pela(s) periderme(s) (EVERT, 2006). As peculiaridades estruturais do felema e da feloderme, bem como seu arranjo em camadas de periderme formando um ritidoma, oferecem excelentes caracteres taxonômicos, especialmente em árvores tropicais. Geralmente, se o súber é fino a superfície da casca é lisa e se o súber é espesso a superfície da casca racha e fica fissurada (ROTH, 1981; EVERT, 2006).

O floema é o tecido condutor de nutrientes das plantas vasculares, transportando açúcares, aminoácidos, micronutrientes, lipídios, hormônios, estímulos florais, proteínas, RNAs e água. Ele ocupa a parte mais interna da casca. Nas angiospermas o floema secundário é constituído por elementos de tubo crivado associados às células companheiras ontogeneticamente relacionadas, células parenquimáticas e células esclerenquimáticas (fibras, esclereides e fibroesclereides). Essas células se arranjam numa grande variedade de padrões (EVERT, 2006). Também podem estar presentes uma grande variedade de estruturas secretoras, estruturas de armazenamento e cristais (ROTH, 1981; EVERT, 2006).

Os estudos do floema começaram pela motivação em compreender o seu funcionamento como tecido condutor de fotoassimilados (CHEADLE, 1956). Inicialmente, os botânicos distinguiam dois tecidos na casca: o tecido liberiano duro (*hard bast*), constituído por fibras com suas paredes celulares muito espessas; e o tecido liberiano macio (*soft bast*), com células de paredes celulares finas (ESAU, 1939). Apenas em 1837 o botânico Hartig observou o elemento de tubo crivado pela primeira vez, interpretando-o como um elemento condutor e diferenciando-o dos outros elementos encontrados no tecido liberiano macio (ESAU, 1939, 1950; ZAHUR, 1959; TRUERNIT, 2014). A junção dos termos *soft bast* e *hard bast* veio apenas em 1858 com Nägeli, que propôs o termo *floema* (ESAU, 1939). O conceito de floema como um tecido complexo em sua constituição foi

sendo construído gradualmente por vários pesquisadores, como Von Mohl, Wilhelm, deBary, Janczewski, Russow, Strasburger, Hill, Artschwager, Crafts, Esau e Schneider (ZAHUR, 1959). Duas importantíssimas revisões de estrutura e desenvolvimento do floema foram feitas por Esau (1939, 1950). Contudo, os estudos com o floema progrediram vagarosamente, sendo que na década de 1950 já existia um apelo para que mais pesquisadores se dedicassem ao estudo desse tecido (CHEADLE, 1956). Roth (1981) afirmou que os estudos em anatomia do floema ainda estavam começando. Hoje esse cenário pouco mudou, mesmo com o rápido avanço de técnicas de microscopia (TRUEBNIT, 2014). Os fisiologistas (THOMPSON, 2006; KNOBLAUCH, PETERS, 2010; SCHEPPER et al., 2013; SPICER, 2014) clamam por estudos anatômicos quantitativos do floema secundário para a elaboração de novas teorias de transporte de fotoassimilados à curta e longa distâncias.

A anatomia da casca de várias espécies lenhosas ainda não foi descrita (NANKO; CÔTÉ, 1980). Em regiões tropicais esses estudos são ainda mais escassos (ROTH, 1981; RICHTER et al., 1996). Com relação aos estudos de anatomia da casca de plantas do Cerrado, eles são quase inexistentes e podemos citar os de Costa et al. (1997), que estudaram 28 espécies de Fabaceae; Machado et al. (2005) que estudaram *Styrax camporum*; e Alonso e Machado (2008), que estudaram *Erythroxylum tortuosum*; mesmo considerando toda a importância da casca para as árvores desse ambiente.

O progresso demorado nos estudos anatômicos da casca é devido, principalmente, às dificuldades na obtenção de seus dados (HAMANN et al., 2011). Essas dificuldades começam já na coleta do material. O floema é um tecido constituído por células vivas (EVERT, 2006), ficando comprometido em material morto não-fixado, como encontrado em herbários, xilotecas ou fósseis (CHEADLE, 1956; SMOOT, TAYLOR, 1978; HAMANN et al., 2011). Sendo assim, o mais apropriado para estudos de anatomia da casca é a coleta do material em campo, o que pode ser caro e demorado (HAMANN et al., 2011). Ainda que devidamente coletada e fixada, há dificuldades no preparo da casca para as análises. Como a casca combina células com paredes finas e células com paredes espessas (ESAU, 1939; HAMANN et al., 2011), os cortes anatômicos finos e de qualidade são difíceis de serem obtidos, mesmo com as técnicas de emblocamento existentes (HAMANN et al., 2011). Quanto à descrição da casca, não existe um padrão internacional de terminologia para anatomia da casca como existe para a anatomia da madeira (NANKO, CÔTÉ, 1980; ANGVALOSSY, 2006; COSTA et al., 1997; HAMANN et al., 2011),

embora várias revisões de termos da casca já tenham sido realizadas (ver TROCKENBRODT, 1990; LEV-YADUN, 1991; JUNIKKA, 1994; RICHTER et al., 1996). Isso faz com que muitas descrições fiquem incompletas, além de dificultar os estudos comparativos (HAMANN et al., 2011). Houve um encontro do IAWA Bark Committee em maio de 2014 com o objetivo de elaborar uma lista de características macro-microscópicas para a casca, com previsão para ser publicada no IAWA Journal em 2015 (IAWA JOURNAL, 2014). Essa padronização de termos será muito importante e de grande valia.

Mesmo assim, os estudos da anatomia da casca são encorajados devido à riqueza de dados que eles fornecem. A anatomia da casca tem importância taxonômica (ROTH, 1981; JUNIKKA, KOEK-NOORMAN, 2007; HAMANN et al., 2011; KOTINA et al., 2012), podendo ser utilizada em associação com a madeira para a diferenciação de espécies (SOFFIATTI; ANGYALOSSY, 1999) ou também na diferenciação de variedades, subespécies ou morfotipos (ROCHA et al., 2008). A anatomia da casca também ajuda na obtenção de dados morfológicos e moleculares que podem ser usados para fins filogenéticos e evolutivos (JUNIKKA, KOEK-NOORMAN, 2007; KOTINA et al., 2012). Ademais, estudos comparativos da anatomia da casca oferecem dados importantes para entender a adaptação das espécies em diferentes ambientes (LAWES et al., 2013).

3. Estudos comparativos de plantas de cerrado e de mata de galeria

Estudos comparativos da anatomia da casca de espécies do cerrado *sensu stricto* e da mata de galeria ainda são necessários. Trabalhos de morfologia, anatomia e fisiologia de folhas, caules e raízes têm mostrado que há diferenças quando se comparam as mesmas características para o mesmo gênero ou espécie em mata de galeria e cerrado (MARQUES et al., 2000; ROSSATTO et al., 2009; HOFFMANN et al., 2009; HABERMANN, BRESSAN, 2011; CAPUZZO et al., 2012; SONSIN et al., 2012). Nesses estudos, as plantas do cerrado apresentam folhas menores, mais espessas, com maior quantidade de massa específica (MARQUES et al., 2000; CAPUZZO et al., 2012) e com estômatos com maiores comprimentos da célula-guarda e do poro estomático (ROSSATTO et al., 2009); a madeira possui fibras mais compridas e com paredes mais espessas, e vasos mais estreitos, em maior frequência, com menores pontuações intervasculares e maior ocorrência de tilos e depósitos (SONSIN et al., 2012); a casca é mais larga (HOFFMANN

et al., 2009; HABERMANN, BRESSAN, 2011) e a raiz mais profundas (HABERMANN; BRESSAN, 2011). Já, as plantas da mata de galeria possuem folhas mais finas, maiores e com maior quantidade de clorofila (MARQUES et al., 2000; CAPUZZO et al., 2012); a madeira possui vasos mais largos, com pontuações intervasculares maiores e placas de perfuração simples (SONSIN et al., 2012); os ramos são maiores e a casca mais fina (HABERMANN; BRESSAN, 2011). Esses dados indicam que as plantas do cerrado possuem como características a segurança hídrica (SONSIN et al., 2012), a proteção à alta irradiação solar (HABERMANN, BRESSAN, 2011; CAPUZZO et al., 2012) e a proteção contra o fogo (HABERMANN; BRESSAN, 2011); enquanto as plantas da mata de galeria possuem como características a eficiência na condução hídrica (SONSIN et al., 2012), o crescimento para o dossel e a captação de luz (HABERMANN, BRESSAN, 2011; CAPUZZO et al., 2012). Em plantas do cerrado *sensu stricto* ainda existe a hipótese de maior produção de etileno (SONSIN et al., 2012), um fitormônio gasoso que estimula a resposta à injúria e à doença, além de estimular a redução no diâmetro do vaso (ALONI, 2014). Contudo, ainda é necessário um estudo que compare esses dois ambientes utilizando um mesmo gênero ou espécie sob a perspectiva da anatomia da casca.

4. Características gerais de Fabaceae, Mimosoideae e *Stryphnodendron* spp.

A família Fabaceae é a terceira maior família de Angiospermas, com espécies de várias formas e hábitos, distribuídas por todos os grandes biomas do planeta. Divide-se em três grandes subfamílias: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae (THE LEGUME PHYLOGENY WORKING GROUP [LPWG], 2013, p. 218). Mimosoideae é a segunda maior subfamília de Fabaceae, com mais de 3.200 espécies distribuídas em 83 gêneros.

Dentre as espécies de Mimosoideae de importância econômica existentes no Cerrado, as pertencentes ao gênero *Stryphnodendron* (Fabaceae), vulgarmente conhecidas como “barbatimão”, destacam-se pelas propriedades medicinais da sua casca (BORGES FILHO, FELFILI, 2003; LOPES et al., 2003; SANCHES et al., 2007; CARVALHO et al., 2009). As propriedades da sua casca são, principalmente, a grande concentração de taninos (20-30%), mucilagens, flavonoides, corante vermelho, açúcar solúvel e alcaloides. Essas propriedades conferem ação antisséptica e adstringente, sendo popularmente utilizadas contra leucorréia, diarreia, hemorragia, hemorróida, úlcera, uretrite, inflamações de garganta, corrimento vaginal, conjuntivite e como cicatrizante

(MARONI et al., 2006; BRANDÃO et al., 2008; LORENZI, MATOS, 2008; MATOS et al., 2011). Antigamente, essa casca era muito procurada por prostitutas, sendo conhecida como "casca da virgindade" (MARONI et al., 2006; LORENZI, MATOS, 2008) e ainda hoje a casca é popularmente conhecida e comercializada como anti-inflamatório, cicatrizante e no tratamento infecções do trato genitário (ALBUQUERQUE et al., 2007; LIMA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012), sendo alvo de intenso extrativismo (BORGES FILHO; FELFILI, 2003). Entretanto, em laboratório foi constatado que o uso prolongado de *Stryphnodendron* causa efeitos tóxicos, podendo ser perigosa a administração caseira de modo inadequado (MATOS et al., 2011).

A casca de *S. polyphyllum* pode apresentar variações de influência ambiental e edáfica, principalmente em relação a presença de taninos (JACOBSON et al., 2005; SANTOS et al., 2006). Ademais, essa espécie ocorre tanto em cerrado *sensu stricto*, quanto em mata de galeria (SONSIN et al., 2012). Logo, a casca de *S. polyphyllum* pode ser um bom parâmetro para a comparação do cerrado *sensu stricto* e da mata de galeria.

S. polyphyllum possui hábito arbóreo, é nativa e endêmica do país, e ocorre nos domínios do Cerrado, caatinga e mata atlântica (FORZZA, 2010). Possui altura de 4-6 metros, copa globosa, ramos grossos, tronco tortuoso e mais ou menos cilíndrico e casca rugosa e partida; as folhas são compostas bipinadas, com pinas alternas ou opostas e foliólulos também alternos ou opostos, sésseis, discolores e pilosos; as inflorescências são do tipo espigas axilares e fruto tipo legume indeiscente (LORENZI, 2002). Sua dispersão é descontínua e irregular, ocorrendo em terrenos arenosos ou argilosos bem drenados e de baixa fertilidade natural; ademais, também tolera o fogo e rebrota após o corte (LORENZI, 2002).

5. Características anatômicas da casca em Mimosoideae e *Stryphnodendron* spp.

Mimosoideae é um grupo monofilético muito robusto (THE LEGUME PHYLOGENY WORKING GROUP [LPWG], 2013, p. 222), dessa forma, não é surpresa que a anatomia da sua casca seja relativamente homogênea, com várias características em comum (ROTH, 1981). Roth (1981) e Zahur (1959) descrevem a casca de Mimosoideae como: ritidoma contínuo, geralmente formado por poucas peridermes e lenticelas estratificadas; periderme com o felema estratificado formado por várias camadas de células e com feloderme que geralmente possui esclereides com tendência de formar estratos; dilatação da casca moderada, geralmente com a formação de esclereides; fibras

em faixas tangenciais sempre acompanhadas por cristais prismáticos em células parenquimáticas subdivididas; raios com 1-3 séries, pouco desenvolvidos em largura, sem formação de meristema de dilatação, embora apresente dilatação tangencial de suas células; muitas células parenquimáticas com conteúdo (idioblastos), em diversos arranjos; elementos de tubo crivado com paredes celulares finas, placas crivadas geralmente compostas e oblíquas, áreas crivadas abundantes com crivos inconspícuos e células companheiras ao longo de toda a extensão do elemento de tubo crivado.

Nas diferentes espécies de *Stryphnodendron*, a casca é anatomicamente muito semelhante. É constituída por grupos de esclereides na dilatação do tecido, grupos de fibras em faixas tangenciais circundadas por células parenquimáticas com cristais, raios com 1-3 séries que geralmente se dilatam irregularmente, células secretoras em grupos ou faixas e lenticelas que podem ou não estar presentes (ROTH, 1981). Poucas espécies deste gênero foram estudadas quanto a anatomia da casca. *S. adstringens* apresenta, além das características acima citadas para o gênero, periderme larga formando um ritidoma, córtex bem desenvolvido com células parenquimáticas e esclerenquimáticas, idioblastos expandidos (OLIVEIRA et al., 1998; SANCHES et al., 2007) e raios com células procumbentes (OLIVEIRA et al., 1998). Segundo Sanches et al. (2007), a anatomia da casca de *S. polyphyllum* e *S. obovatum* se assemelha a de *S. adstringens*. Os autores comentam que as três espécies ainda apresentam felema de células grandes com paredes espessas de suberina e lignina; e felogênio com paredes finas, e células com conteúdo de taninos e amido. Os autores não mencionam as características dos elementos de tubo crivado e dilatação da casca, nem os dados anatômicos quantitativos que são importantes para os estudos fisiológicos (THOMPSON, 2006; KNOBLAUCH, PETERS, 2010; SCHEPPER et al., 2013; SPICER, 2014).

Roth (1981), em estudo anatômico mais detalhado relata que a casca de “Palo blanco” (*Stryphnodendron* sp. – não identificado), *S. purpureum*, e *S. polystachyum* de florestas úmidas da Venezuela, apesar de se assemelharem muito, possuem algumas características que permitem a sua diferenciação. Estas características, segundo a autora, estão no floema secundário não-condutor (parte dilatada da casca) e na periderme/ritidoma. Em *S. purpureum* a dilatação dos raios provoca a formação de espaços intercelulares esquizógenos, geralmente intercalados por grupos de esclereides; em *S. polystachyum* ocorre a dilatação das células parenquimáticas com conteúdo, com formação de esclereides e o colapso das células parenquimáticas sem conteúdo; para o “Palo blanco”

é rara a formação de esclereides durante a dilatação do tecido. Quanto a periderme/ritidoma, a autora menciona que o “Palo blanco” possui muitas peridermes formando um ritidoma; *S. purpureum* forma um ritidoma modesto; enquanto *S. polystachyum* não forma um ritidoma, possuindo somente uma única periderme. As lenticelas estratificadas também foram observadas pela autora, divergindo entre as espécies. *S. purpureum* possui lenticelas estratificadas com várias camadas de células por estrato; *S. polystachyum* possui lenticelas estratificadas formada por apenas uma camada de células por estrato; já, o “Palo blanco” não possui lenticelas. Dessa forma, é importante considerar a dilatação da casca e os aspectos da periderme/ritidoma para a diferenciação de espécies de *Stryphnodendron*. É importante ressaltar que nenhum dos autores citados descreve quaisquer características (qualitativas e quantitativas) ou disposição os elementos de tubo crivado.

HIPÓTESE E JUSTIFICATIVA

Tendo em vista a importância da casca das árvores na vegetação lenhosa do Cerrado frente à ação do fogo, assim como os fatores que determinam a estrutura de cada fitofisionomia do domínio do Cerrado (solo e fogo), nossa expectativa, baseada nos dados da literatura, é que populações de *S. polyphyllum* que ocorram em cerrado *sensu stricto* e em mata de galeria apresentem diferenças em relação à anatomia da casca, com casca mais larga (proteção ao fogo) e células com maior grau de escleromorfia (solos mais pobres) na população do cerrado *sensu stricto*.

Neste estudo comparamos a anatomia da casca da mesma espécie, *S. polyphyllum*, em cerrado *sensu stricto* e mata de galeria. Com os resultados contribuímos com os estudos tão escassos da anatomia da casca de árvores do Cerrado e ampliamos o conhecimento sobre as características da vegetação lenhosa nas diferentes fitofisionomias do domínio do Cerrado.

OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo comparar a casca de populações de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. (Fabaceae) que ocorrem em cerrado *sensu stricto* e mata de galeria para testar as hipóteses de que a população de *S. polyphyllum* em cerrado *sensu stricto* apresenta (1) casca mais larga (proteção ao fogo) e (2) células com maior grau de escleromorfia (solos mais pobres), com parede celular mais espessa e maior quantidade de tanino, em comparação com a casca da população *S. polyphyllum* em mata de galeria.

De acordo com a norma vigente do Programa de Pós-Graduação Ciência Florestal, os resultados obtidos estão apresentados na forma de Artigo e estão redigidos de acordo com as normas da revista “Trees: Structure and Function”.

Capítulo I: Estrutura da casca em duas fitofisionomias do Cerrado

CAPÍTULO I

ESTRUTURA DA CASCA EM DUAS FITOFISIONOMIAS DO CERRADO

Paula Cristina Benetton Vergílio e Carmen Regina Marcati

Laboratório de Anatomia da Madeira, Departamento de Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, CP 237, 18603-970, Botucatu, SP, Brasil.

E-mail: paulavergilio@yahoo.com.br

Resumo: Nós comparamos a casca das populações de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. (Fabaceae) em cerrado *sensu stricto* e mata de galeria para testar as hipóteses de que a população do cerrado *sensu stricto* apresenta a casca com maior largura (proteção contra o fogo) e com maior grau de escleromorfia em suas células (solo pobre em nutriente). Coletamos ramos de *S. polyphyllum*, realizamos a extração e dosagem de fenóis totais da casca, confeccionamos lâminas permanentes e semipermanentes da casca, e analisamos os aspectos qualitativos e quantitativos da casca. Não houve variações nos aspectos qualitativos da casca entre as populações, podendo ser usados para fins taxonômicos. Contudo, houve variações nos aspectos quantitativos, sendo que a população do cerrado *sensu stricto* apresentou valores maiores na largura e na proporção do ritidoma e valores menores na largura e proporção do floema condutor, nos diâmetros da fibra e do elemento de tubo crivado e na altura do raio, em comparação à população da mata de galeria. Essas diferenças evidenciam as estratégias de cada população, sendo que a casca população do cerrado *sensu stricto* se caracteriza pela proteção contra fogo pela maior largura do seu ritidoma, e pela segurança na condução de fotoassimilados; e a casca da população da mata de galeria se caracteriza pela eficiência na condução de fotoassimilados. Não encontramos diferenças nem quanto à largura da casca e nem quanto ao grau de escleromorfia nas células da casca entre as populações estudadas.

Mensagem principal: Em diferentes fitofisionomias do domínio do Cerrado, a casca das árvores de *Stryphnodendron polyphyllum* apresenta diferentes estratégias na condução de fotoassimilados e na proteção contra o fogo.

Palavras chave: Cerrado, mata de galeria, casca larga, fogo, escleromorfia

Introdução

O Cerrado é um domínio brasileiro composto por um mosaico de vegetações florestais, savânicas e campestres (Sano et al. 2008; Batalha 2011), que são determinadas principalmente pela fertilidade do solo e pela frequência do fogo (Coutinho 2002). O solo é pobre em nutrientes (Eiten 1972; Oliveira e Marquis 2002), o que faz com que as plantas não tenham os nutrientes necessários para transformar seus carboidratos em proteínas e deposite-os nas células, na forma de estruturas escleromórficas como paredes celulares espessas, esclerênquima, cutícula, taninos, terpenos, cutina, suberina, ceras, entre outros (Arens 1958a, 1958b). O fogo natural é comum no domínio do Cerrado (Eiten 1972; Oliveira e Marquis 2002) e a vegetação apresenta adaptações de proteção, como a casca larga (Eiten 1972; Ratter et al. 1997; Miranda e Sato 2005; Simon et al. 2009) que impede que as temperaturas altas atinjam e danifiquem os tecidos internos à casca (Oliveira e Marquis 2002; Miranda e Sato 2005). Esses dois fatores formam um gradiente entre as fitofisionomias, sendo que para a fertilidade do solo ele cresce das formações campestres para as formações florestais, e para a frequência do fogo ele decresce das formações campestres para as formações florestais (Coutinho 2002).

Estudos comparativos de cerrado (formação savânica) e mata de galeria (formação florestal) têm mostrado que há diferenças em folhas, caules e raízes quando se comparam as mesmas características para o mesmo gênero ou espécie (Marques et al. 2000; Rossatto et al. 2009; Hoffmann et al. 2009; Habermann e Bressan 2011; Capuzzo et al. 2012; Sonsin et al. 2012). As plantas da mata de galeria possuem como características a eficiência na condução hídrica (Sonsin et al. 2012), o crescimento para o dossel e a captação de luz (Habermann e Bressan 2011; Capuzzo et al. 2012). Já, as plantas do cerrado possuem como características a segurança hídrica (Sonsin et al. 2012), a proteção à alta irradiação solar (Habermann e Bressan 2011; Capuzzo et al. 2012) e a proteção contra o fogo (Habermann e Bressan 2011). Em plantas do cerrado *sensu stricto* existe a hipótese de maior produção de etileno (Sonsin et al. 2012), um fitormônio gasoso que estimula a resposta à injúria, à doença e a redução no diâmetro do vaso (Aloni 2014). Contudo, ainda são necessários estudos que comparem esses dois ambientes utilizando mesmos gêneros ou espécies sob a perspectiva da anatomia da casca.

A casca é uma parte complexa da planta nos âmbitos estrutural, fisiológico e funcional, transportando e armazenando elementos orgânicos e água, além de proteger a

planta contra herbívoros e patógenos (Roth 1981; Lev-Yadun 2011). O termo “casca” é usado para designar todos os tecidos externos ao câmbio vascular (Evert 2006; Lev-Yadun 2011), ou seja, no crescimento secundário “casca” se refere a junção do floema secundário, córtex, periderme e os tecidos mortos externos à periderme (Evert 2006). Contudo, o termo “casca” é, muitas vezes, empregado equivocadamente como sinônimo de “periderme” (Evert 2006). Isso gera confusão, pois alguns autores (Oliveira e Marquis 2002; Miranda e Sato 2005; Lev-Yadun 2011) referem-se à “casca” como responsável pela proteção da planta contra o fogo, enquanto outros (Coutinho 2002; Alonso e Machado 2008; Simon et al. 2009) afirmam que essa função é somente da “periderme” (principalmente devido às características do felema). Dessa forma, fica dúvida a interpretação sobre qual parte da casca é responsável pela proteção contra o fogo, se é a casca total ou somente a periderme.

Dentre as espécies de importância econômica existentes no Cerrado, as pertencentes ao gênero *Stryphnodendron* (Fabaceae), vulgarmente conhecidas como “barbatimão”, destacam-se pelas propriedades medicinais de sua casca (Borges Filho e Felfili 2003; Lopes et al. 2003; Sanches et al. 2007). Fatores ambientais e edáficos influenciam na produção de taninos e fenóis na casca de *S. adstringens* e *S. polyphyllum* (Jacobson et al. 2005; Santos et al. 2006). Como *S. polyphyllum* ocorre tanto em cerrado *sensu stricto*, quanto em mata de galeria (Sonsin et al. 2012, 2014), a casca desta espécie parece ser um bom parâmetro para a comparação destes ambientes.

O presente estudo teve como objetivo comparar a casca de populações de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. (Fabaceae) que ocorrem em cerrado *sensu stricto* e mata de galeria para testar as hipóteses de que a população de *S. polyphyllum* em cerrado *sensu stricto* apresenta (1) casca mais larga (proteção ao fogo) e (2) células com maior grau de escleromorfia (solos mais pobres), com parede celular mais espessa e maior quantidade de tanino, em comparação com a casca da população *S. polyphyllum* em mata de galeria.

Neste estudo comparamos a anatomia da casca de *S. polyphyllum* em cerrado *sensu stricto* e mata de galeria. Com os resultados contribuímos com os estudos tão escassos da anatomia da casca de árvores do Cerrado e ampliamos o conhecimento sobre as características da vegetação lenhosa nas diferentes fitofisionomias do domínio do Cerrado.

Material e métodos

Área de estudo

A área de estudo é uma Reserva Particular de Cerrado localizada na Fazenda “Palmeira da Serra”, município de Pratânia, região centro-oeste do estado de São Paulo. Essa reserva apresenta uma área de aproximadamente 180 ha, com diversas fitofisionomias do domínio do Cerrado, incluindo cerrado *sensu stricto* e mata de galeria (Fig. 1). O cerrado *sensu stricto* está localizado à 22°82'01,8"S 48°74'02,6"W (Sonsin et al. 2012), é uma formação savânica (Batalha 2011) e apresenta um estrato arbustivo e arbóreo disperso, de aspecto xeromórfico, com cascas geralmente largas e folhas coriáceas, além de uma vegetação rasteira constituída por gramíneas (Sonsin et al. 2012) (Fig. 2A). A mata de galeria está localizada à 22°80'99,0"S 48°74'06,4"W (Sonsin et al. 2012), é uma formação florestal que acompanha rios de pequeno porte (Sano et al. 2008) da região, sendo caracterizada por árvores altas e poucos arbustos (Sonsin et al. 2012) (Fig. 2B). O clima da região é caracterizado por uma temperatura média anual de 19,9°C e uma precipitação média de 1306 mm, com um período de inverno seco (com precipitação abaixo de 70 mm) de abril a setembro e verão chuvoso de outubro a março (Sonsin et al. 2012). Os solos são distróficos, ácidos, com alta saturação de alumínio e textura arenosa (Milanez 2007).

Coletas

Realizamos as coletas em ambos os ambientes em junho de 2013. Selecionamos cinco indivíduos adultos de 3,0 a 4,5 metros de altura, em cada ambiente (Tabela 1). Anotamos os valores de altura da árvore, circunferência caule principal e circunferência do ramo mais desenvolvido (Tabela 1). Coletamos o ramo mais desenvolvido de cada indivíduo e levamos para serem processados no Laboratório de Anatomia da Madeira da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da UNESP, câmpus de Botucatu. Também coletamos material para a confecção de exsicatas, que incluímos no Herbário “Irina Delanova de Gemtchujiniov” (BOTU) do Instituto de Biociências (IB) da UNESP, câmpus de Botucatu/SP.

Processamento do material

Retiramos vários corpos-de-prova de aproximadamente 1cm³ dos ramos coletados. Os corpos-de-prova continham casca e uma pequena porção de madeira. Fixamos todos os

corpos-de-prova em Karnovsky (1965, modificado) e, após passar na bomba à vácuo, deixamos aproximadamente 40 horas em geladeira. Em seguida, os armazenamos em álcool 70% (Johansen 1940) para evitar o ataque de agentes xilófagos. Utilizamos os corpos-de-prova em quatro técnicas: inclusão em polietilenoglicol (PEG 1500), inclusão em Historesina[®] glicol metacrilato, macerado, e testes histoquímicos.

Para a inclusão em polietilenoglicol (PEG 1500) (Barbosa et al. 2010) utilizamos os corpos-de-prova inteiros e orientados nos três planos de corte. Fizemos os cortes em micrótomo de deslize, com 15 µm de espessura, nos planos transversal, longitudinal radial e longitudinal tangencial. Utilizamos dois tipos de coloração, sendo uma com azul de astra aquoso 1% e fucsina básica etanólica 0,1% em etanol 50%, na proporção 5:1, para visualização do floema; e outra com azul de astra aquoso 1% e acridinorange aquoso 2%, também na proporção 5:1, para visualização do ritidoma. Em seguida, montamos lâminas permanentes com Entellan[®].

Para a inclusão em Historesina[®] glicol metacrilato (Bennet et al. 1976; Mazzoni-Viveiros 1994) cortamos os corpos-de-prova em pequenas amostras com 0,2x0,5x0,5cm de casca e orientamos nos planos transversal e longitudinal radial. Os cortes foram feitos em micrótomo rotativo, variando de 3 a 4 µm de espessura. Essa técnica foi utilizada para uma análise mais detalhada dos elementos celulares, já que ela permite cortes mais finos. Coramos com azul de toluidina aquoso 0,1% pH 4,7 (O'Brien et al. 1964; O'Brien e Mccully 1981).

Para o macerado cortamos os corpos-de-prova em pequenos palitos de casca de 0,2x0,5x0,5cm e colocamos em frascos de vidro. Adicionamos solução de ácido acético glacial e água oxigenada 30 volumes na proporção 1:1 (Franklin 1945; modificado por Kraus e Arduin 1997), vedamos os frascos e levamos à estufa a 60°C até a dissociação das células, tomando o cuidado para não passar do tempo necessário, a fim de evitar que as células fossem danificadas. O tempo de estufa foi cerca de 7 horas. Após o material esfriar, lavamos em água destilada e coramos com azul de astra aquoso 1% (Bukatsch 1972). Montamos lâminas semipermanentes com glicerina diluída em água destilada (50%).

Para os testes histoquímicos, eliminamos as porções de madeira dos corpos-de-prova e fizemos cortes à mão livre da casca (floema secundário e ritidoma) no plano transversal. Fizemos lâminas semi-permanentes contendo os cortes de casca e gotas das soluções específicas para detecção dos compostos. Utilizamos cloreto férrico para detectar compostos fenólicos (Johansen 1940); lugol para amido (Johansen 1940); ácido clorídrico

para cristal de oxalato de cálcio (Chamberlain 1932, modificado por Kraus e Arduin 1997); ácido acético para cristal de carbonato de cálcio (Chamberlain 1932, modificado por Kraus e Arduin 1997); floroglucina em ácido clorídrico para lignina na parede celular (Sass 1951); vermelho de rutênio para substâncias pécticas (celulose) na parede celular (Johansen 1940); e sudan negro B para suberina na parede celular (Johansen 1940).

Parte dos ramos que coletamos foi seca, lixada até obter o pó somente da casca e utilizada para a extração e dosagem de fenóis totais. Após testes, optamos por utilizar a massa de 0,01 gramas de pó da casca para a extração e dosagem dos fenóis totais, seguindo as orientações de Singleton e Rossi (1965). As soluções que nós obtivemos foram colocadas em espectrofotômetro ajustado para o comprimento de onda de 725 nanômetros e o resultado (absorbâncias) foi anotado.

A parte restante do ramo seco foi polida com série de lixas e fotografada. Posteriormente, nós as incluímos na Xiloteca “Maria Aparecida Mourão Brasil” (BOTU_w) da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da UNESP, câmpus de Botucatu.

Análise do material: aspectos qualitativos

Realizamos a descrição da superfície da casca seguindo as orientações de Sonsin et al. (2014). Também fizemos observações dos cortes transversais dos ramos recém-coletados e dos ramos secos e polidos para complementar a descrição da casca.

Fizemos a análise anatômica qualitativa da casca segundo as orientações de Richter et al. (1996). Obtivemos os parâmetros anatômicos qualitativos através de observações das lâminas histológicas oriundas da inclusão em polietilenoglicol, da inclusão em Historesina[®] glicol metacrilato e do macerado. Já, os parâmetros histoquímicos qualitativos nós obtivemos através da observação de lâminas com os cortes transversais e reagentes específicos já mencionados, anotando cada composto como *presente* ou *ausente*. Descrevemos os parâmetros anatômicos e histoquímicos qualitativos com o auxílio de microscópio de luz.

Análise do material: aspectos quantitativos

Neste trabalho, utilizamos o termo “largura” quando nos referimos aos tecidos (medidos no plano transversal) e o termo “espessura” quando nos referimos às paredes celulares.

Obtivemos as larguras absolutas da casca (total), do ritidoma, do córtex e do floema secundário (total, não-condutor e condutor) através de medições nos cortes transversais nas lâminas histológicas oriundas da inclusão em polietilenoglicol, em um total de 10 medições por população.

Como as larguras absolutas da casca são dependentes do diâmetro do ramo (Hoffmann et al. 2009; Lawes et al. 2013), nós também fizemos as proporções da casca. Obtivemos as proporções ao dividir a largura da casca (total), do ritidoma, do córtex e do floema secundário (total, condutor e não-condutor) pelo raio do ramo.

Os parâmetros anatômicos quantitativos foram obtidos com o auxílio do microscópio de luz acoplado com Câmera AxioCam MRc e computador com o programa AxioVision 4.9.1.0. Utilizamos os cortes longitudinais tangenciais para obter o “número de raios por milímetro linear” e a “altura dos raios”. Utilizamos o material macerado para obter o “comprimento das fibras”, “diâmetro das fibras”, “espessura da parede das fibras”, “comprimento dos elementos de tubo crivado” e “diâmetro dos elementos de tubo crivado”. O “diâmetro do lúmen das fibras” foi obtido através da equação:

$$DLF = DF - 2 \times EPF$$

onde,

DLF = Diâmetro do Lúmen da Fibra

DF = Diâmetro da Fibra

EPF = Espessura da Parede da Fibra

Para cada parâmetro anatômico quantitativo fizemos 10 medições por indivíduo, totalizando 50 medições por população. Obtivemos os valores numéricos em μm e os apresentamos na forma média $\pm$ desvio padrão. Posteriormente, conferimos se a quantidade de medições estava adequada, segundo a equação de Freese (1967) e Eckblad (1991):

$$N = \frac{t^2 \times s^2}{(0,1 \times \bar{x})^2}$$

onde,

N = número de amostras

t = valor-t (tabelado)

s^2 = Variância

$\bar{x}$ = média simples

Para quantificação dos fenóis totais nós colocamos os valores das absorbâncias (valor de y) na curva do ácido tânico ($y = 0,0666x + 0,0464$; $R^2 = 0,9949$) e obtivemos a quantidade de fenóis totais (valor de x). Essa quantidade de fenóis totais foi expressa em g/100g (gramas de ácido tânico em 100 gramas de casca seca, ou seja, gramas de fenóis totais em 100 gramas de casca seca).

Submetemos os dados quantitativos gerais, anatômicos e de fenóis totais ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Como a maioria dos dados tendia à curva normal, optamos por normalizar os dados que não tendiam à curva normal e aplicar o Teste-t de Student, à nível de 5% de significância, para a comparação dos dados dos dois ambientes estudados. Realizamos os testes com o auxílio do software estatístico R versão 3.0.1. A hipótese nula era de que não ocorreriam diferenças significativas entre as duas populações estudadas.

Resultados

Aspectos gerais das populações em campo

Apesar de termos padronizado as alturas das árvores coletadas, houve diferenças na altura das ramificações do caule principal e nas circunferências do caule e dos ramos coletados, entre as populações. A população do cerrado *sensu stricto* apresentou valores menores na circunferência dos caules e valores maiores na circunferência dos ramos coletados, comparados à população da mata de galeria (Tabela 1). As ramificações do caule principal foram mais baixas na população do cerrado *sensu stricto*, com uma copa mais espalhada (Fig. 3A); enquanto a população da mata de galeria apresentou suas ramificações mais superiores e suas copas no dossel (Fig. 3B).

Aspectos qualitativos

As características qualitativas de *S. polyphyllum* não diferiram entre as populações. A superfície da casca apresentou coloração marrom escura (Fig. 4A-B), às vezes aparentando ser mais clara devido à grande quantidade de líquens e fungos ali aderidos (Fig. 4B). Possui aspecto liso com lenticelas dispersas (Fig. 4A) ou irregular se o ritidoma racha. Quando recém coletado, o floema secundário apresentou coloração avermelhada (Fig. 4C) e exsudava substância amarelada pegajosa (Fig. 4C). Na secção transversal seca e polida (Fig. 4D) foi possível distinguir o floema secundário do ritidoma pela coloração, sendo o ritidoma de coloração marrom-escuro e o floema secundário marrom-claro. Também foi

possível notar que o ritidoma se apresentava mais largo em algumas porções do ramo (Fig. 4D).

Anatomicamente, a casca das plantas de *S. polyphyllum* é constituída por ritidoma, córtex, floema primário e floema secundário (floemas não-condutor e condutor) (Fig. 5). *Ritidoma*: presente, com peridermes sequenciais (Fig. 6A) de percurso irregular (Fig. 5 e 6A) eliminadas continuamente (Fig. 4B); células do córtex podem estar presentes entre as peridermes sequenciais (Fig. 6A); é pouco desenvolvido, mas em algumas regiões apresenta um maior desenvolvimento (Fig. 4D e 5). Lenticelas: presentes, do tipo mais especializado, estratificada (Fig. 6B), com alternância de camadas de oclusão e tecido de preenchimento. *Periderme*: constituída por felema, felogênio e feloderme (Fig. 6C). Felema: células retangulares com parede celular suberizada ou lignificada (Tabela 2), de espessamento uniforme; apresentam conteúdo orgânico (Fig. 6C), fenólico ou não (Tabela 2); arranjando-se em até trinta camadas de células (Fig. 6C). Felogênio: uma camada de células retangulares (Fig. 6C). Feloderme: células retangulares com parede celular de espessamento uniforme; apresentam conteúdo orgânico (Fig. 6C), fenólico ou não (Tabela 2); arranjando-se em até oito camadas de células (Fig. 6C). *Córtex*: presente, com grupos de esclereides (com ou sem conteúdo, geralmente fenólico) (Fig. 5 e 6D; Tabela 2) e parênquima (idioblastos) com abundante conteúdo orgânico, predominantemente fenólico (Fig. 5 e 6D, Tabela 2). *Floema primário*: presente, representado por pequenas fibras circundadas por esclereides e células parenquimáticas (Fig. 5 e 6D). *Floema secundário*: não-estratificado (Fig. 5), se divide em floema não-condutor e condutor (Fig. 5 e 7A-B). *Floema não-condutor*: elementos de tubo crivado e células companheiras obliterados, parênquima axial, raios, fibras e esclereides (Fig. 5). Elementos de tubo crivado e células companheiras: obliterados (Fig. 5 e 7A-B). Parênquima axial: um pouco dilatado, com aumento no número de células com conteúdo (Fig. 5), predominantemente fenólico (Tabela 2); idioblastos expandidos sem conteúdo podem estar presentes (Fig. 7B). Raios: percurso ondulado (Fig. 5), dilatando-se em cunha (Fig. 5); algumas células dilatadas podem apresentar conteúdo (Fig. 5), predominantemente fenólico (Tabela 2). Fibras: em faixas tangenciais descontínuas (Fig. 5). Esclereides: presentes em grupos (Fig. 5 e 6D), podendo ou não apresentar conteúdo (Fig. 6D). *Floema condutor*: elementos de tubo crivado com suas células companheiras, parênquima axial, raios e grupos de fibras (Fig. 5). Elementos de tubo crivado: solitários ou agrupados (Fig. 8A) com uma a duas células companheiras por tubo crivado vistas em corte transversal (Fig. 8A); placas crivadas

oblíquas (Fig. 8B), predominantemente compostas reticuladas (Fig. 7B e 9A), às vezes são intermediárias de composta reticulada e composta escalariforme (Fig. 7A); áreas crivadas inconspícuas (Fig. 9A); duas a quatro células companheiras ao longo do elemento de tubo crivado (Fig. 9B); podem possuir apêndices de diversos tamanhos (Fig. 9C), geralmente acompanhados pela célula companheira (Fig. 9C); calose está presente ao redor dos crivos (Fig. 7A e 10A) e proteína-P na porção terminal dos elementos de tubo crivado (Fig. 10B). Parênquima axial: arranjo difuso (Fig. 8A); formado por séries axiais de 2-8 células (Fig. 8B), podendo ou não apresentar conteúdo (Figs. 7A, 8A e 10C-D), predominantemente fenólico, além de grãos de amido escassos (Tabela 2); com espaços intercelulares inconspícuos (Fig. 8A); idioblastos expandidos sem conteúdo podem estar presentes (Fig. 7B). Raios: não-estratificados (Fig. 8B); percurso reto (Fig. 5); constituído por células procumbentes (Fig. 7A-B e 10C); geralmente unisseriados (Fig. 8B), mas também podem ser localmente bisseriados (Fig. 8B); podem apresentar conteúdo (Fig. 7B e 10D), predominantemente fenólico (Tabela 2). Fibras: geralmente gelatinosas (Fig. 8A e 10D) em faixas tangenciais descontínuas (Fig. 5 e 10D). Inclusões inorgânicas: cristais de oxalato de cálcio (Tabela 2) prismáticos (Fig. 8A e 10C-D); em células subdivididas do parênquima axial que não apresentam alteração em seu tamanho (Fig. 10C), sempre ao redor de fibras, formando uma bainha de células parenquimáticas com cristais (Fig. 8A e 10C-D). Inclusões orgânicas: conteúdo fenólico e grãos de amido nas células parenquimáticas (idioblastos) (Tabela 2).

Aspectos quantitativos

A população do cerrado *sensu stricto* apresentou valores significativamente maiores nas larguras da casca, do ritidoma e do floema não-condutor e um valor significativamente menor na largura do floema condutor, quando comparados com a população da mata de galeria (Tabela 3). Contudo, quanto às proporções, a população do cerrado *sensu stricto* apresentou somente valor maior do ritidoma e valor menor do floema condutor (Tabela 3).

Anatomicamente, a população de *S. polyphyllum* do cerrado *sensu stricto* apresentou valores significativamente menores de diâmetro da fibra e do lúmen da fibra, diâmetro dos elementos de tubo crivado e altura dos raios, quando comparados com a população da mata de galeria (Tabela 3). Não observamos diferenças entre as populações quanto a espessura da parede celular das fibras (Tabela 3).

O número de camadas de células na periderme diferiu entre as populações, com mais camadas para a população do cerrado *sensu stricto*. O felema apresentou até trinta camadas na população do cerrado *sensu stricto* e até vinte camadas na população da mata de galeria. Já, a feloderme apresentou até oito camadas na população do cerrado *sensu stricto* e até seis camadas na população da mata de galeria.

A população do cerrado *sensu stricto* apresentou menor número de células na altura dos raios com, em média, 6,3 células. A população da mata de galeria apresentou maior número de células na altura dos raios com, em média, 9,2 células.

Quanto ao floema condutor, nós observamos que a população do cerrado *sensu stricto* apresentou, em média, 22,3 células por largura radial; enquanto a população da mata de galeria apresentou 33,2 células por largura radial de floema condutor. Proporcionalmente, a população do cerrado *sensu stricto* possui 5,6 células por 100µm de floema condutor; enquanto a mata de galeria possui 5,5 células por 100µm de tecido.

Não observamos diferenças quanto a dosagem de fenóis totais entre as populações estudadas (Tabela 3). Também não observamos diferenças na presença ou ausência de compostos nos testes histoquímicos (Tabela 2).

Demais observações sobre os aspectos gerais e anatômicos quantitativos, bem como as comparações estatísticas entre as populações, estão apresentados na Tabela 3.

Discussão

Aspectos gerais das populações em campo

As ramificações da população do cerrado *sensu stricto* são mais baixas, então a função do caule de sustentação das folhas (Raven et al. 1996) fica à cargo dos ramos mais desenvolvidos, o que justifica os valores maiores na circunferência dos ramos coletados e os valores menores na circunferência do caule principal. Já, a ramificação mais superior da população da mata de galeria mostra um maior suporte do caule principal, justificado nos valores maiores na circunferência do caule principal e nos valores menores na circunferência dos ramos coletados. Essas diferenças nas alturas das ramificações são as responsáveis pela copa mais espalhada na população do cerrado *sensu stricto* e pela copa mantida ao dossel na população da mata de galeria; e indica que a população da mata de galeria apresenta a característica de crescimento para o dossel e busca de luz (Habermann e Bressan 2011; Capuzzo et al. 2012).

Aspectos qualitativos

As características qualitativas gerais, anatômicas e histoquímicas da casca de *S. polyphyllum* não diferiram entre as populações de cerrado *sensu stricto* e mata de galeria, sendo caracteres de valor taxonômico.

A anatomia da casca de *S. polyphyllum* é semelhante ao descrito por Roth (1981) e Zahur (1959) para *Mimosoideae* e ao descrito por Roth (1981), Oliveira et al. (1998) e Sanches et al. (2007) para *Stryphnodendron* spp. Contudo, existem algumas peculiaridades em *S. polyphyllum*, tais como o percurso reto do raio no floema secundário condutor e ondulado com dilatação em cunha no floema secundário não-condutor; e a presença de fibras gelatinosas. A presença de fibras do floema primário na casca de *S. polyphyllum* é o primeiro relato para *Stryphnodendron* e *Mimosoideae*. Não existem descrições dos elementos de tubo crivado para *Stryphnodendron*, mas nossos dados são semelhantes ao descrito por Zahur (1959) para *Mimosoideae*, com a diferença de termos observado a presença de apêndices nos elementos de tubo crivado em *S. polyphyllum*.

As diferenças na anatomia da casca que caracterizam as espécies de *Stryphnodendron* estão na parte dilatada da casca (porção final do floema secundário não-condutor), na periderme/ritidoma e nas lenticelas. A falta de formação de espaços intercelulares nas células do parênquima e de seu colapso na região dilatada da casca diferencia *S. polyphyllum* aqui estudado de *S. purpureum* e de *S. polystachyum* estudados por Roth (1981). Ademais, a formação de esclereides na porção dilatada do floema secundário não-condutor observado em *S. polyphyllum* neste trabalho também foi relatado para *S. polystachyum* (Roth 1981), *S. adstringens* (Oliveira et al. 1998) e *S. obovatum* (Sanches et al. 2007), mas o diferencia de “Palo blanco” (Roth 1981). A formação do ritidoma, embora também tenha sido relatado para *S. purpureum* (Roth 1981), *S. adstringens* (Oliveira et al. 1998; Sanches et al. 2007), *S. obovatum* (Sanches et al. 2007) e “Palo blanco” (Roth 1981), diferencia *S. polyphyllum* de *S. polystachyum* estudado por Roth (1981) que apresenta uma única periderme na casca. A presença de lenticela estratificada com várias camadas de células por estrato em *S. polyphyllum*, que também é relatado para *S. purpureum* (Roth 1981), o diferencia de *S. polystachyum* (Roth 1981) pela presença de lenticela com uma única camada de célula por estrato e de “Palo blanco” (Roth 1981) pela ausência de lenticelas.

Com base na literatura quanto a anatomia do xilema secundário em *S. polyphyllum* (ver Sonsin et al. 2012, 2014) é possível fazer um paralelo deste tecido com o floema

secundário aqui estudado. Os tubos crivados são solitários ou agrupados tal como os vasos vistos em secção transversal; bem como os raios são unisseriados, localmente bisseriados, constituídos por células procumbentes em ambos tecidos. Este paralelo pode ser explicado pelo fato de ambos tecidos serem derivados do mesmo meristema, o câmbio vascular (Evert 2006). Porém, existem diferenças, tais como: as placas nos elementos condutores; as séries parenquimáticas; e o armazenamento de cristais em fibras.

Os elementos de vaso do xilema secundário têm placas de perfuração simples (Sonsin et al. 2012, 2014) enquanto os elementos de tubo crivado do floema secundário têm placas crivadas compostas. Placas de perfuração simples oferecem uma menor resistência ao fluxo de água no xilema (Evert, 2006), enquanto placas crivadas compostas oferecem uma maior resistência ao fluxo de líquidos no floema (Evert, 2006) que gera e mantém o gradiente substancial de pressão entre fonte e dreno (Taiz e Zeiger 2010). Essa dicotomia de placas nos elementos condutores do xilema e floema secundários parece maximizar o transporte em ambos tecidos.

O xilema secundário apresentou até cinco células parenquimáticas por série axial (Sonsin et al. 2012, 2014), enquanto o floema secundário apresentou até oito células parenquimáticas por série axial. Uma das funções das células parenquimáticas é o armazenamento de substâncias (Evert 2006). Assim, o maior número de células no floema secundário parece indicar uma maior função de reserva nesse tecido. Ademais, o xilema secundário armazena seus cristais em fibras subdivididas (Sonsin et al. 2012, 2014), enquanto que o floema armazena seus cristais em células parenquimáticas ao redor das fibras, indicando que cada tecido tem uma estratégia diferente de armazenamento de substâncias. Mais estudos pareados de xilema e floema secundários são necessários para compreender as diferentes estratégias de cada tecido condutor.

Aspectos quantitativos

A população do cerrado *sensu stricto* apresentou valores maiores na largura da casca. Contudo, a largura absoluta da casca é dependente do diâmetro do ramo (Hoffmann et al. 2009; Lawes et al. 2013), e os diâmetros dos ramos coletados foram maiores na população do cerrado *sensu stricto*. Essa dependência casca-ramo é eliminada quando nós calculamos a proporção da casca (Lawes et al. 2013), e a proporção da casca que não diferiu entre os ambientes. Sendo assim, a casca foi mais larga na população do cerrado *sensu stricto* porque os ramos amostrados foram maiores, e essa diferença não caracteriza a população

desse ambiente. Portanto, nós rejeitamos a nossa hipótese inicial de que a população do cerrado *sensu stricto* apresentaria uma maior largura na casca total como uma estratégia de proteção contra o fogo.

Com relação ao ritidoma, tanto a largura quanto a proporção foram maiores na população do cerrado *sensu stricto*. O incremento de camadas de células na periderme, principalmente do felema, é o responsável por essa maior largura/proporção do ritidoma. Dessa forma, a proteção contra o fogo é uma característica da população do cerrado *sensu stricto* devido ao incremento em camadas de células do felema no ritidoma, como referido por alguns autores (Coutinho 2002; Alonso e Machado 2008; Simon et al. 2009) e não devido à largura da casca, como referido por outros (Oliveira e Marquis 2002; Miranda e Sato 2005; Lev-Yadun 2011). Ressaltamos aqui a importância da correta definição do termo “casca” como um tecido complexo constituído por duas regiões distintas, o floema e a periderme, sendo a periderme efetivamente a parte da planta responsável pela proteção.

É importante salientar que, além do incremento de camadas de células no felema, também houve um incremento de camadas de células na feloderme da população do cerrado *sensu stricto*. Isso deve-se, provavelmente, à uma maior atividade do felogênio, que, ao produzir mais camadas de células no felema, também produziu mais camadas de células na feloderme.

A instalação do felogênio é devido à ação do hormônio etileno, e esse hormônio também induz a formação de felema (Lev-Yadun 2011). O etileno é um fitormônio que estimula respostas de defesa da planta a diversos fatores adversos (Aloni 2014), como as altas irradiações solares (Lev-Yadun 2011) do cerrado *sensu stricto* (Habermann e Bressan 2011). Assim, é provável que haja uma maior concentração desse hormônio em cerrado *sensu stricto* (Sonsin et al. 2012), provocando o incremento de camadas do felema na população desse ambiente, quando comparado à população da mata de galeria. O etileno também pode influenciar outras características anatômicas da planta (Aloni 2014), e quando em altas concentrações ele diminui o diâmetro de fibras e elementos de vaso no xilema secundário (Pramod et al. 2013). O xilema secundário de *S. polyphyllum* também apresentou valores menores de diâmetro do vaso para a população do cerrado *sensu stricto* (Sonsin et al. 2012, 2014), onde provavelmente ocorre uma maior concentração de etileno. De forma análoga, encontramos valores menores de diâmetro de fibras e de elementos de tubo crivado no floema secundário da população do cerrado *sensu stricto*.

Existe uma relação entre o transporte de fotoassimilados no floema e o transporte de água/transpiração no xilema (Hölttä et al. 2006; Hölttä et al. 2009; Petit e Crivellaro 2014). A condução de fotoassimilados no floema secundário é dependente da água que vêm do xilema secundário, e a condução de água no xilema secundário é dependente da transpiração; portanto, a condução de fotoassimilados do floema secundário também é, indiretamente, dependente da transpiração (Hölttä et al. 2006; Hölttä et al. 2009). Altas taxas de transpiração, como ocorrem no cerrado *sensu stricto* (Capuzzo et al. 2012), levam a uma diminuição no potencial hídrico nos vasos do xilema, fazendo com que o xilema puxe a água do floema, o que diminui de pressão de turgor do tubo crivado e pode causar uma queda da condução no floema secundário (Hölttä et al. 2006), com perda de área condutora de fotoassimilados. Se o diâmetro do tubo crivado for pequeno a perda de área condutora é menor do que se o diâmetro do tubo crivado for grande (Lambers et al. 2008). Neste contexto, o menor diâmetro dos elementos de tubo crivado na população do cerrado *sensu stricto* indica uma segurança na condução de fotoassimilados no floema secundário (Lambers et al. 2008). Embora o maior diâmetro dos elementos de tubo crivado na população da mata de galeria seja menos seguro, estes são mais eficientes no transporte de fotoassimilados (Lambers et al. 2008). Dessa forma, semelhante ao que ocorre no xilema secundário dessa espécie (Sonsin et al. 2012, 2014), o floema secundário da população do cerrado *sensu stricto* se caracteriza pela segurança no transporte, enquanto o floema secundário da população da mata de galeria se caracteriza pela eficiência no transporte de fotoassimilados.

A diferença da altura do raio entre as populações também é funcionalmente importante. A principal função dos raios é realizar a passagem de água do xilema secundário para o floema secundário (Evert 2006). Sendo assim, a altura de raios maior em número de células na população da mata de galeria e menor na população do cerrado *sensu stricto* é coerente com os diâmetros encontrados nos elementos de tubo crivado nesses ambientes. Isso evidencia a eficiência da condução na população da mata de galeria.

Outro aspecto vinculado à condução é o floema secundário condutor. A largura e a proporção do floema secundário condutor foram maiores na população da mata de galeria, decorrente de um maior número de células. Isso indica um maior colapso do floema secundário da população do cerrado *sensu stricto* e um menor colapso do floema secundário da população da mata de galeria, ou seja, a população da mata de galeria mantém mais elementos de tubo crivado em funcionamento. Portanto, a largura e a

proporção do floema secundário condutor na população da mata de galeria é uma característica desse ambiente, e também reforça os dados supracitados de eficiência da condução nesse ambiente.

O maior colapso do floema secundário da população do cerrado *sensu stricto* supracitado não se relaciona com os valores de floema secundário não-condutor nesse ambiente. Semelhante ao já descrito para a largura da casca, a largura do floema secundário não-condutor é maior no cerrado *sensu stricto* decorrente do maior diâmetro dos ramos amostrados nessa população, pois a proporção do floema secundário não-condutor foi igual entre as populações. No floema secundário não-condutor os elementos de tubo de crivado estão colapsados (Evert 2006), portanto, a largura do floema secundário não-condutor é menor que a largura da mesma porção de tecido antes do colapso do floema secundário condutor. Dessa forma, o maior colapso do floema secundário não significa uma maior largura/proporção de floema secundário não-condutor, ou seja, o maior colapso do floema secundário da população do cerrado *sensu stricto* é significativo para o floema secundário condutor, mas não é significativo para o floema secundário não-condutor.

A quantidade de fenóis totais e a espessura das paredes celulares das células do floema secundário foram semelhantes entre as populações. Essas duas características provavelmente estão relacionadas ao solo, sendo que quanto mais pobre o solo, maior o nível de fenóis totais (Jacobson et al. 2005) e maior a espessura das paredes celulares (Arens 1958a, 1958b). Contudo, o solo dos dois ambientes estudados são parecidos (Milanez 2007). Sano et al. (2008) relata que o solo da mata de galeria pode ser semelhante ao solo das áreas de cerrado adjacentes. Dada a proximidade das áreas de estudo, é possível que os solos sejam semelhantes a ponto de não causarem diferenças significativas no grau de escleromorfia das células (espessamento da parede celular e conteúdo de fenóis totais). Desta forma, rejeitamos a nossa hipótese de que encontraríamos células com maior grau de escleromorfia na população do cerrado *sensu stricto*.

A comparação de ambientes sob a perspectiva da casca se mostrou uma boa ferramenta para a compreensão das adaptações das plantas em diferentes ambientes. Nosso estudo mostrou que a população do cerrado *sensu stricto* e a população da mata de galeria apresentam diferentes estratégias de sobrevivência. Novos estudos envolvendo um maior número de espécies e uma maior gama de ambientes são necessários para entender a complexidade da casca quando expostas à diferentes ambientes.

Conclusão

Stryphnodendron polyphyllum apresenta variações na sua casca em cerrado *sensu stricto* e mata de galeria. Essas variações são quantitativas, sendo que os aspectos qualitativos podem ser usados para fins taxonômicos. A população do cerrado *sensu stricto* apresenta características da casca que sugerem proteção contra fogo devido a maior largura e proporção do ritidoma, e segurança na condução de fotoassimilados devido ao menor diâmetro dos elementos de tubo crivado. Já, na população da mata de galeria as características da casca sugerem eficiência na condução de fotoassimilados devido ao maior diâmetro dos elementos de tubo crivado. Não encontramos diferenças nem quanto a largura da casca e nem quanto ao grau de escleromorfia nas células da casca entre as populações estudadas.

Referências

- Aloni R (2014) Ecophysiological implications of vascular differentiation and plant evolution. *Trees*. doi:10.1007/s00468-014-1070-6
- Alonso AA, Machado SR (2008) Stem protective tissue in *Erythroxylum tortuosum* (Erythroxylaceae), a fire tolerant species from cerrado. *IAWA J.* 29:69-77
- Arens K (1958a) Considerações sobre as causas do xeromorfismo foliar. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP* 15:25-56
- Arens K (1958b) O cerrado como vegetação oligotrófica. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP* 15:59-77
- Barbosa ACF, Pace MR, Witovisk L, Angyalossy V (2010) A new method to obtain good anatomical slides of heterogeneous plant parts. *IAWA J.* 31:373–383
- Batalha MA (2011) O cerrado não é um bioma. *Biota Neotrop.* 11:21-24
- Bennett HS, Wyrick AD, Lee SW, Mcneil JH (1976) Science and art in preparing tissues embedded in plastic for light microscopy, with special reference to glycol methacrylate, glass knives and simple stains. *Stain Technol.* 51:71-97
- Borges Filho HC, Felfili JM (2003) Avaliação dos níveis de extrativismo da casca de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] no Distrito Federal, Brasil. *Rev. Árvore* 27:735-745

- Bukatsch F (1972) Bemerkungen zur doppelfärbung astrablau-safranin. Mikrokosmos 61:33-36.
- Capuzzo JP, Rossatto DR, Franco AC (2012) Differences in morphological and physiological leaf characteristics between *Tabebuia aurea* and *T. impetiginosa* is related to their typical habitats of occurrence. Acta Bot. Bras. 26:519-526
- Chamberlain CJ (1932) Methods in plant histology, 5th ed. The University of Chicago Press, Chicago
- Coutinho LM (2002) O bioma do cerrado. In: Klein AL (org) Eugen Warming e o cerrado brasileiro, UNESP, Imprensa Oficial do Estado, São Paulo, pp 77-92
- Eckblad JW (1991) How many samples should be taken? BioScience 41:346–348
- Eiten G (1972) The cerrado vegetation of Brazil. Bot. Rev. 38:201-341
- Evert RF (2006) Esau's Plant Anatomy: Meristems, Cells, and Tissues of the Plant Body: Their Structure, Function and Development, 3rd edn. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
- Franklin GL (1945) Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resins composites, and a new macerating method for wood. Nature 155:51
- Freese F (1967) Elementary statistical methods for foresters. U.S. Government Printing Office, Washington
- Habermann G, Bressan ACG (2011) Root, shoot and leaf traits of the congeneric *Styrax* species may explain their distribution patterns in the cerrado *sensu lato* areas in Brazil. Funct. Plant Biol. 38:209–218
- Hoffmann WA, Adasme R, Haridasan M, Carvalho MT, Geiger EL, Pereira MAB, Gotsch SG, Franco AC (2009) Tree topkill, not mortality, governs the dynamics of savanna-forest boundaries under frequent fire in central Brazil. Ecology 90:1326-1337
- Hölttä T, Mencuccini M, Nikinmaa E (2009) Linking phloem function to structure: Analysis with a coupled xylem–phloem transport model. J. Theor Biol 259:325–337
- Hölttä T, Vesala T, Sevanto S, Perämäki M, Nikinmaa E (2006) Modeling xylem and phloem water flows in trees according to cohesion theory and Münch hypothesis. Trees 20:67–78
- Jacobson TKB, Garcia J, Santos SC, Duarte JB, Farias JG, Kliemann HJ (2005) Influência de fatores edáficos na produção de fenóis totais e taninos de duas espécies de Barbatimão (*Stryphnodendron* sp.). Pesqui. Agropecu. Trop. 35:163-169
- Johansen DA (1940) Plant Microtechnique. McGraw Hill, New York

- Karnovsky MJ (1965) A Formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use electron microscopy. *J. Cell Biol.* 27:137-138
- Kraus JE, Arduin M (1997) Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Seropédica, Rio de Janeiro
- Lambers H, Chapin III FS, Pons TL (2008) *Plant Physiological Ecology*, 2nd ed. Springer, New York
- Lawes MJ, Midgley JJ, Clarke PJ (2013) Costs and benefits of relative bark thickness in relation to fire damage: a savanna/forest contrast. *J. Ecol.* 101:517-524
- Lev-Yadun S (2011) Bark. In: *Encyclopedia of Life Sciences (ELS)*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester. doi:10.1002/9780470015902.a0002078.pub2
- Lopes GC, Nakamura CV, Dias Filho BP, Mello JCP (2003) Estudo físico-químico, químico e biológico de extrato das cascas de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. (Leguminosae). *Rev. Bras. Farmacogn.* 13:24-27
- Marques AR, Garcia QS, Rezende JLP, Fernandes GW (2000) Variations in leaf characteristics of two species of *Miconia* in the Brazilian cerrado under different light intensities. *Tropical Ecology* 41:47-60
- Mazzoni-Viveiros SC (1994) Curso: técnica Technovit 7100. Instituto Botânico de São Paulo, São Paulo
- Milanez CRD (2007) Estudos anatômicos e ultra-estruturais em Melastomataceae de cerrado. Tese, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
- Miranda HD, Sato MN (2005) Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. In: Scariot A, Sousa-Silva JC, Felfili JM (org) *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília
- O’Brien TP, Feder N, McCully ME (1964) Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. *Protoplasma* 59:368–373
- O’Brien TP, McCully ME (1981) *The study of plant structure: principles and selected methods*. Termarcaphy Pty Ltd., Melbourne
- Oliveira F, Akisue G, Akisue MK (1998) *Farmacognosia*. Editora Atheneu, São Paulo
- Oliveira PS, Marquis RJ (2002) *The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York
- Petit G, Crivellaro A (2014) Comparative axial widening of phloem and xylem conduits in small woody plants. *Trees* 28:915–921

- Pramod S, Patel PB, Rao KS (2013) Influence of exogenous ethylene on cambial activity, xylogenesis and ray initiation in young shoots of *Leucaena leucocephala* (lam.) de Wit. *Flora* 208:549– 555
- Ratter JA, Ribeiro JF, Bridgewater S (1997) The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Ann. Bot.* 80:223-230
- Raven PH, Evert RF, Eichhorn SE (1996) *Biologia Vegetal*, 5th ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro
- Richter HG, Mazzoni-Viveiros SC, Alves ES, Luchi AE, Costa CG (1996) Padronização de critérios para a descrição anatômica da casca: lista de características e glossário de termos, 16. Série Registros, São Paulo
- Rossatto DR, Hoffmann WA, Franco AC (2009) Características estomáticas de pares congêneros de cerrado e mata de galeria crescendo numa região transicional no Brasil Central. *Acta Bot. Bras.* 23:499-508
- Roth I (1981) *Structural patterns of tropical barks*. Gebrüder Borntraeger, Berlin
- Sanches ACC, Lopes GC, Toledo CEM, Sacramento LVS, Sakuragui CM, Mello JCP (2007) Estudo Morfológico Comparativo das Cascas e Folhas de *Stryphnodendron adstringens*, *S. polyphyllum* e *S. obovatum* – Leguminosae. *Lat. Am. J. Pharm.* 26:362-368
- Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF (2008) *Cerrado: ecologia e flora*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília
- Santos SC, Costa WF, Batista F, Santos LR, Ferri PH, Ferreira HD, Seraphin JC (2006) Seasonal variation in the content of tannins in barks of barbatimão species. *Rev. Bras. Farmacogn.* 16:552-556
- Sass JE (1951) *Botanical Microtechnique*, 2nd ed. Iowa State College Press, Ames
- Simon MF, Grether R, Queiroz LP, Skema C, Pennington RT, Hughes CE (2009) Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 106:20359-20364
- Singleton VL, Rossi JA (1965) Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16:144-158
- Sonsin JO, Gasson PE, Barros CF, Marcati CR (2012) A comparison of the wood anatomy of 11 species from two cerrado habitats (cerrado s.s. and adjacent gallery forest). *Bot. J. Linn. Soc.* 170:257-276

- Sonsin JO, Gasson P, MachadoSR, Caum C, Marcati CR (2014) Atlas of wood diversity in cerrado of São Paulo. FEPAF, Botucatu
- Taiz L, Zeiger E (2010) Plant Physiology, 5th ed. Sinauer Associates, Sunderland
- Zahur MS (1959) Comparative Study of Secondary Phloem of 423 Species of Woody Dicotyledons Belonging to 85 Families. Cornell University Agricultural Experiment Station - New York State College of Agriculture, Ithaca - N.Y.

Tabela 1 Características dos locais de coleta e características das árvores de *Stryphnodendron polyphyllum* estudadas em Pratânia, SP. N° BOTU = Número de inclusão no Herbário “Irina Delanova de Gemtchujnicov” do Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu/SP. N° BOTUw = número de inclusão na Xiloteca “Maria Aparecida Mourão Brasil” da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP de Botucatu/SP.

Fitofisionomia	N° Coletor	N° BOTU	N° BOTUw	Coordenadas geográficas	Altitude (m)	Altura (m)	Circunferência do caule (cm)	Circunferência do ramo coletado (cm)
Cerrado <i>sensu stricto</i>	PCBV 40	-	2471	22°49'02,5"S 48°44'39,8"W	714	3,5	33,0	20,0
	PCBV 41	30828	2472	22°48'57,5"S 48°44'37,9"W	714	3,0	24,0	19,0
	PCBV 42	30827	2473	22°49'07,0"S 48°44'41,8"W	712	4,5	31,0	17,5
	PCBV 43	30829	2474	22°49'17,2"S 48°44'45,8"W	712	4,0	46,0	16,0
	PCBV 44	-	2475	22°49'18,0"S 48°44'46,1"W	712	3,5	18,0	15,0
Média	-	-	-	-	712,8 ± 1,1	3,7 ± 0,6	30,4 ± 10,5	17,5 ± 2,1
Mata de galeria	PCBV 35	30830	2466	22°48'48,7"S 48°44'33,8"W	696	3,0	43,0	15,0
	PCBV 36	30831	2467	22°48'49,4"S 48°44'33,1"W	699	3,5	33,0	15,5
	PCBV 37	-	2468	22°48'49,9"S 48°44'32,3"W	699	4,5	29,0	17,5
	PCBV 38	-	2469	22°49'12,1"S 48°44'32,4"W	698	3,0	26,0	19,0
	PCBV 39	30822	2470	22°49'23,7"S 48°44'39,0"W	706	4,0	26,5	14,0
Média	-	-	-	-	699,6 ± 3,8	3,6 ± 0,7	31,5 ± 7,0	16,2 ± 2,0

Tabela 2 Testes histoquímicos da casca de *Stryphnodendron polyphyllum* em cerrado *sensu stricto* e mata de galeria. Resultados apresentados como presente (+), ausente (-) ou teste não-realizado (0).

	Cerrado <i>sensu stricto</i>		Mata de galeria	
	Floema	Periderme	Floema	Periderme
Compostos fenólicos	+	+	+	+
Amido	+	-	+	-
Cristal de oxalato de cálcio	+	0	+	0
Cristal de carbonato de cálcio	-	0	-	0
Celulose na parede celular	0	+	0	+
Lignina na parede celular	0	+	0	+
Suberina na parede celular	0	+	0	+

Tabela 3 Dados quantitativos da casca de *Stryphnodendron polyphyllum* em cerrado *sensu stricto* e mata de galeria. Para cada parâmetro de ‘Anatomia’ fizemos 50 medições por população e para cada parâmetro de ‘Largura’ fizemos 10 medições por população. Os parâmetros de ‘Proporção’ obtivemos ao dividir cada parâmetro de ‘Largura’ pela largura do raio do ramo (10 valores por população). Os valores estão apresentados em Média $\pm$ Desvio Padrão. el = elemento. * Estatisticamente significativo a 5% de significância.

		Cerrado <i>sensu stricto</i>	Mata de galeria	Teste-T Student
Anatomia (μm)	Comprimento da fibra	1198,7 $\pm$ 240,1	1230,9 $\pm$ 198,5	0,56
	Diâmetro da fibra	18,1 $\pm$ 4,0	20,4 $\pm$ 3,5	>0,01*
	Espessura da parede da fibra	3,2 $\pm$ 0,9	3,4 $\pm$ 0,5	0,20
	Diâmetro do lúmen da fibra	11,6 $\pm$ 3,8	13,6 $\pm$ 3,3	0,01*
	Comprimento do el. tubo crivado	369,2 $\pm$ 56,2	351,5 $\pm$ 69,4	0,17
	Diâmetro do el. tubo crivado	25,2 $\pm$ 4,3	29,8 $\pm$ 4,9	>0,01*
	Nº/mm linear do raio	7,5 $\pm$ 1,3	7,7 $\pm$ 1,3	0,45
	Altura do raio	129,7 $\pm$ 34,6	169,6 $\pm$ 42,2	>0,01*
Largura (mm)	Casca (ritidoma+córtex+floema)	6,5 $\pm$ 0,8	5,8 $\pm$ 0,4	0,03*
	Ritidoma	0,7 $\pm$ 0,8	0,2 $\pm$ 0,2	0,02*
	Córtex + floema primário	2,2 $\pm$ 0,8	2,4 $\pm$ 0,4	0,38
	Floema secundário	3,6 $\pm$ 0,6	3,2 $\pm$ 0,4	0,06
	Floema secundário não-condutor	3,2 $\pm$ 0,5	2,6 $\pm$ 0,4	0,01*
	Floema secundário condutor	0,4 $\pm$ 0,2	0,6 $\pm$ 0,1	0,01*
Proporção (%)	Casca (ritidoma+córtex+floema)	23,6 $\pm$ 4,3	22,6 $\pm$ 2,9	0,51
	Ritidoma	2,5 $\pm$ 2,5	0,9 $\pm$ 0,7	0,03*
	Córtex + floema primário	8,1 $\pm$ 3,2	9,5 $\pm$ 2,4	0,22
	Floema secundário	13,0 $\pm$ 2,8	12,3 $\pm$ 1,6	0,29
	Floema secundário não-condutor	11,7 $\pm$ 2,5	10,1 $\pm$ 1,8	0,14
	Floema secundário condutor	1,3 $\pm$ 0,5	2,2 $\pm$ 0,3	0,01*
Dosagem de fenóis totais (g/100g)		12,0 $\pm$ 1,1	10,4 $\pm$ 2,7	0,29

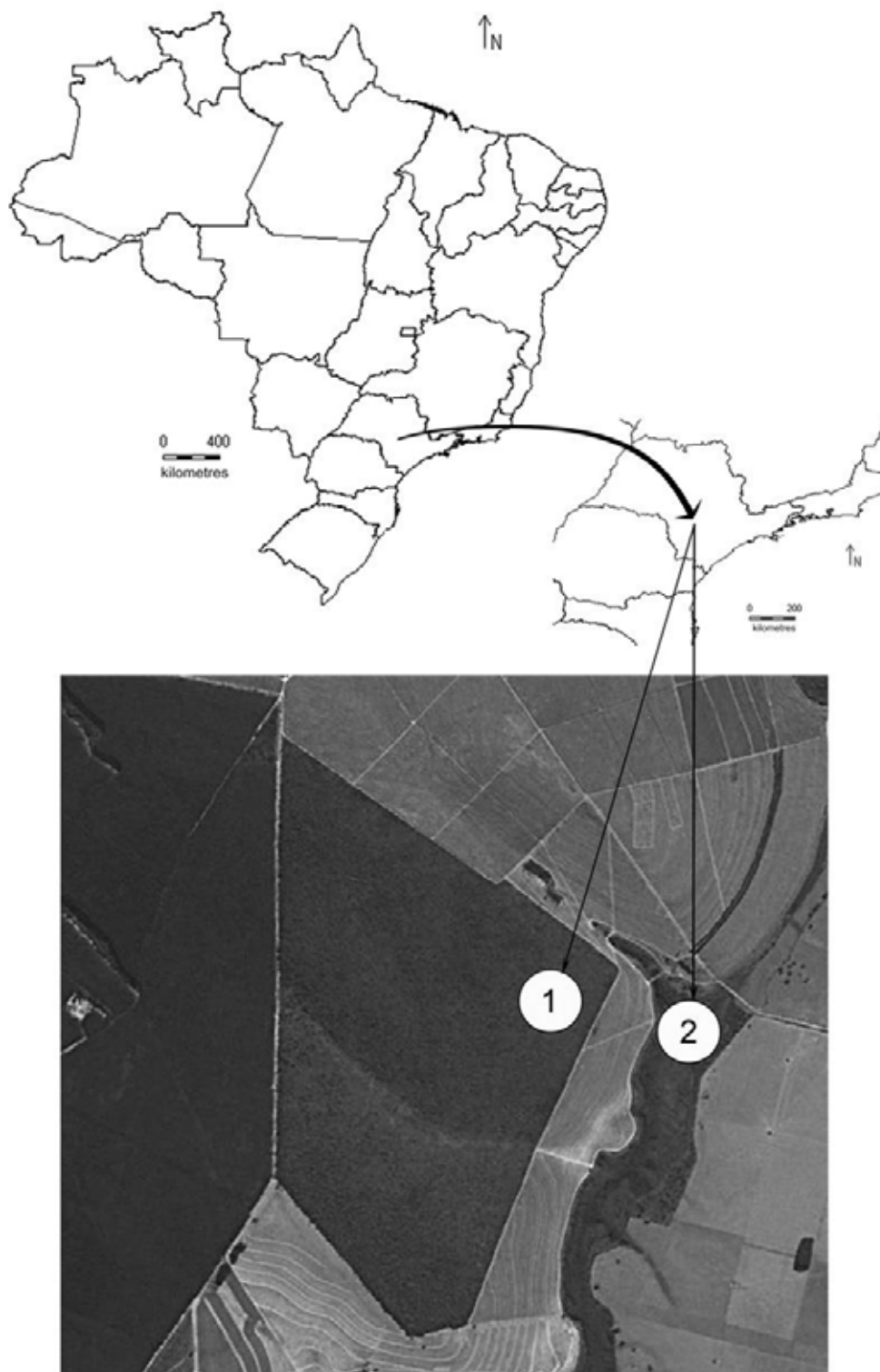


Fig. 1 Mapa demonstrativo da área de estudo, Fazenda “Palmeira da Serra”, Pratânia/SP. 1 – Cerrado *sensu stricto*; 2 – Mata de galeria. Obtido de Sonsin et al. (2012).



Fig. 2 A-B Imagens da vegetação das áreas de coleta na Fazenda “Palmeira da Serra” (Pratânia/SP). **A** Cerrado *sensu stricto*. **B** Mata de galeria.



Fig. 3 A-B *Stryphnodendron polyphyllum* nas áreas de coleta. **A** Em cerrado *sensu stricto*, com ramificação mais baixa. **B** Em mata de galeria, com ramificação mais alta.

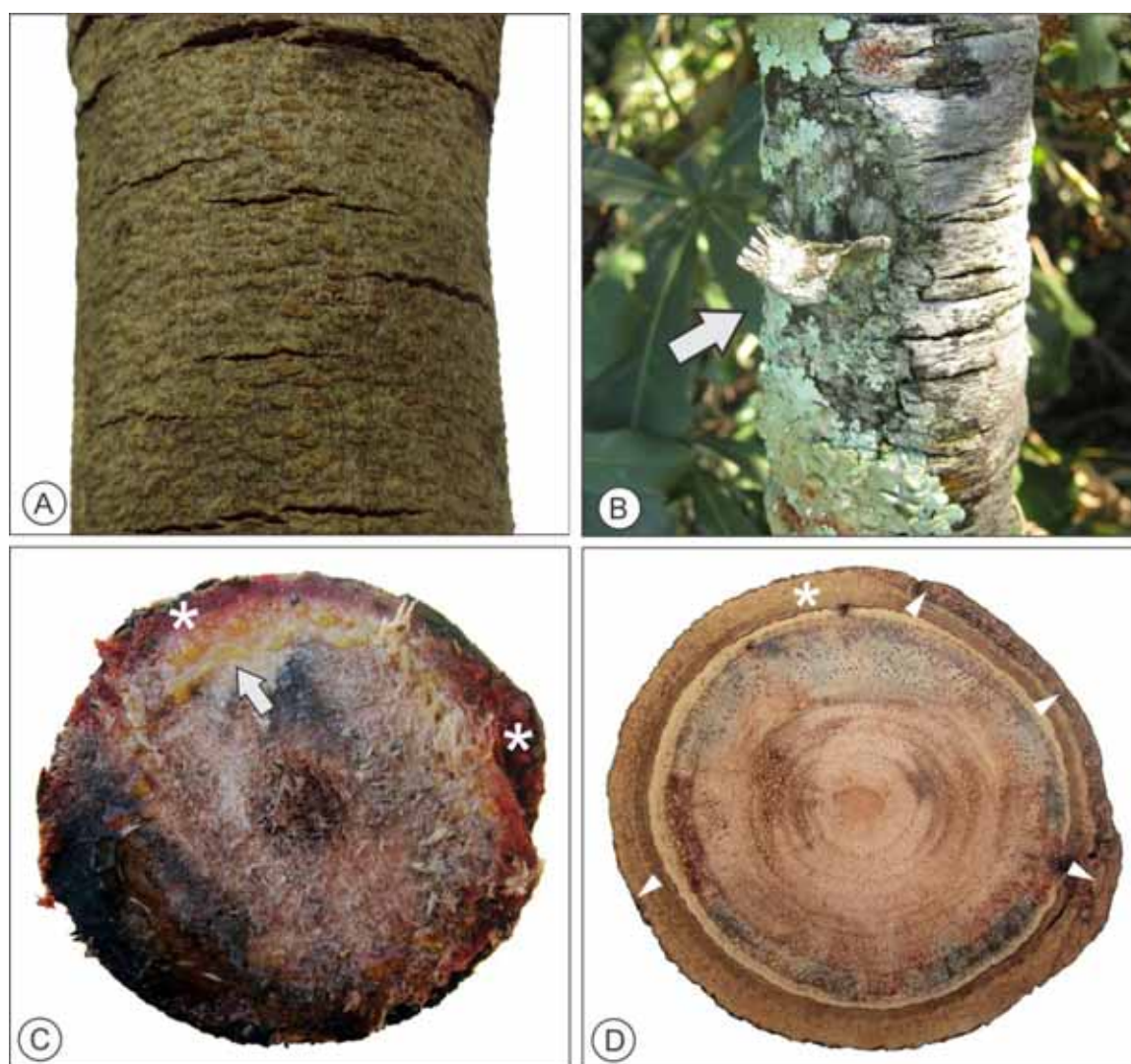


Fig. 4 A-B Superfície da casca de *Stryphnodendron polyphyllum*. **A** Coloração marrom e aspecto liso com lenticelas dispersas. **B** Coloração aparentemente marrom mais clara pela presença de líquens e fungos. Notar o desprendimento da periderme (seta). **C-D** Corte transversal dos ramos. **C** Ramo recém coletado mostrando casca avermelhada (*) e substância amarelada que exsudava (seta). **D** Ramo seco e polido mostrando ritidoma marrom-escuro (ponta da seta) e floema secundário marrom-claro (*). Notar que o ritidoma está mais desenvolvido em um dos lados do ramo (à direita na imagem).

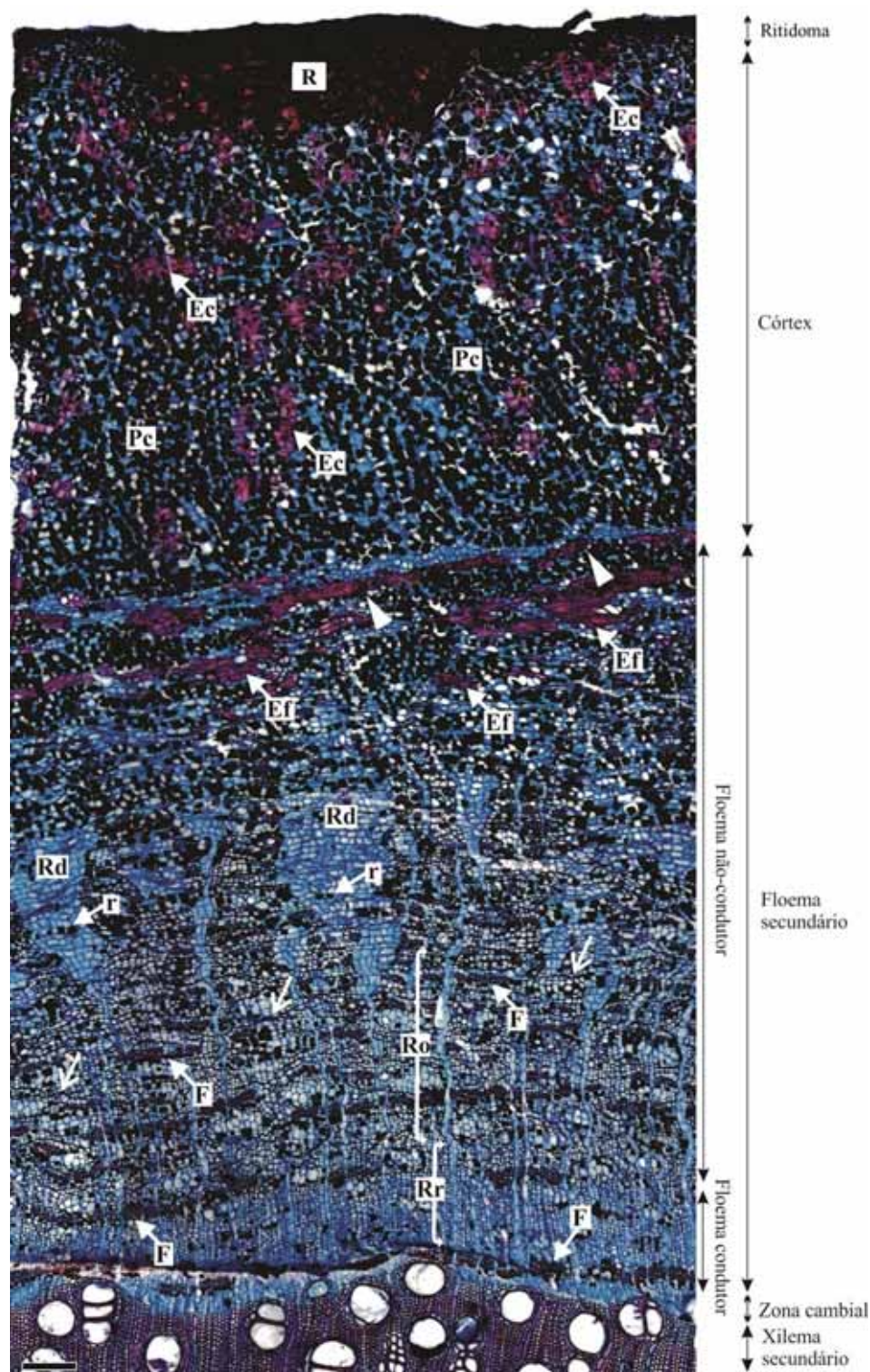


Fig. 5 Corte transversal do ramo de *Stryphnodendron polyphyllum* mostrando xilema e floema secundários, córtex e ritidoma. Ritidoma (R). Córtex com esclereides (Ec) e células parenquimáticas com conteúdo (Pc). Fibras do floema primário (ponta da seta). No floema não-condutor, os raios têm percurso ondulado (Ro) dilatando-se em cunha (Rd), com algumas células com conteúdo (r), as células do parênquima axial estão pouco dilatadas, tubos crivados e células companheiras colapsados (seta), fibras em faixas tangenciais descontínuas (F) e esclereides (Ef). No floema condutor os raios têm percurso reto (Rr) e as fibras estão em faixas tangenciais descontínuas (F). Barra=250µm.

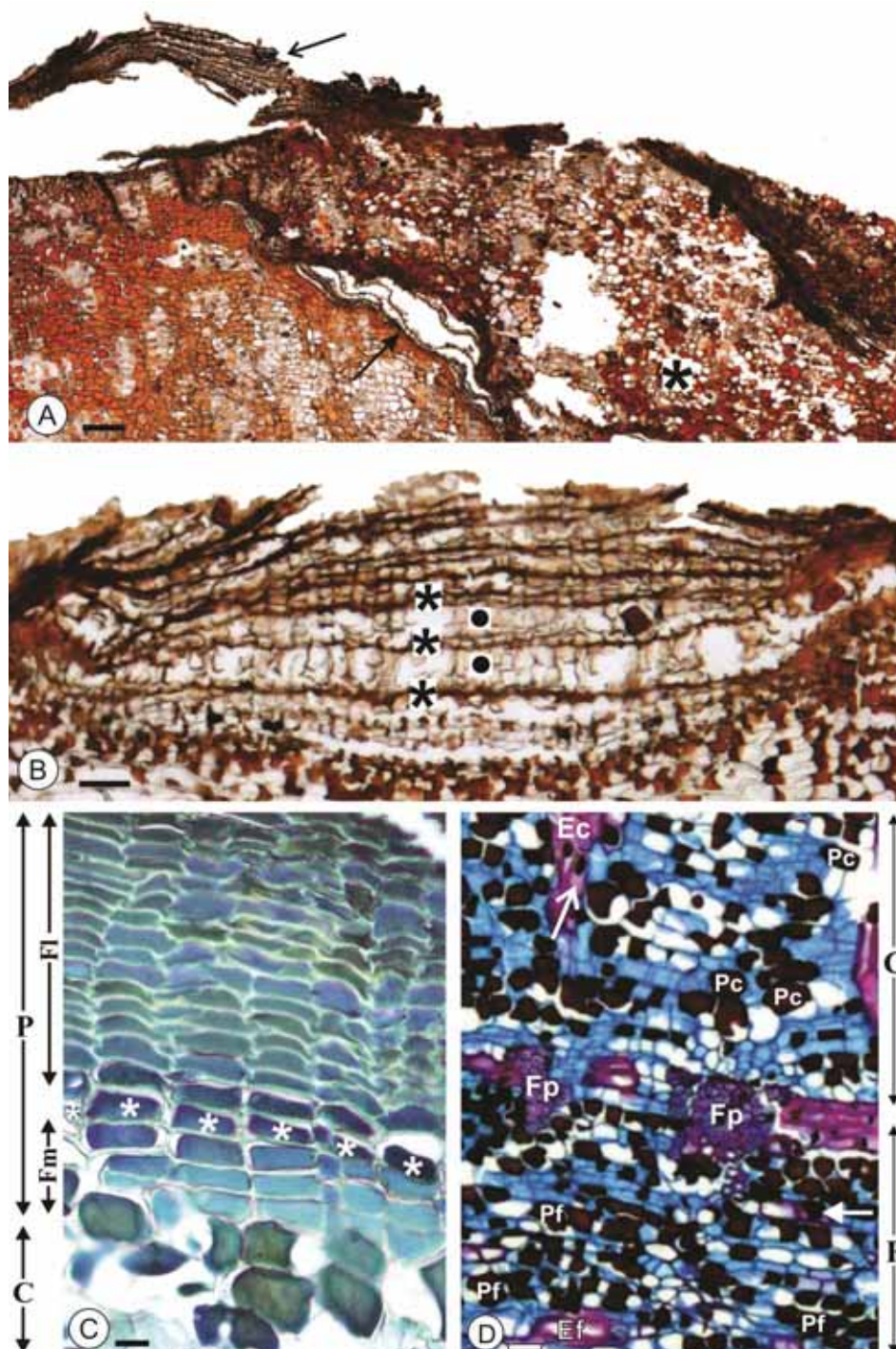


Fig. 6 A-D Cortes transversais da casca de *Stryphnodendron polyphyllum*. A-C Ritidoma/periderme. **A** Detalhe mostrando peridermes sequenciais (seta aberta) de percurso irregular (seta fechada) com células do córtex (*) entre as peridermes. **B** Lenticela. Detalhe tecido de preenchimento (•) e camada de oclusão (*). **C** Periderme (P) com células retangulares do felema (Fl), felogênio (*) e feloderme (Fm); e córtex (C). **D** Córtex (C) com esclereides em grupos (Ec), alguns com conteúdo (seta aberta) e células parenquimáticas com conteúdo (Pc); fibras do floema primário (Fp); e floema secundário não-condutor (F) com esclereides em grupos (Ef), alguns com conteúdo (seta fechada) e células parenquimáticas com conteúdo (Pf). Barras: A=200µm; B=50µm; C=10µm; D=50µm.

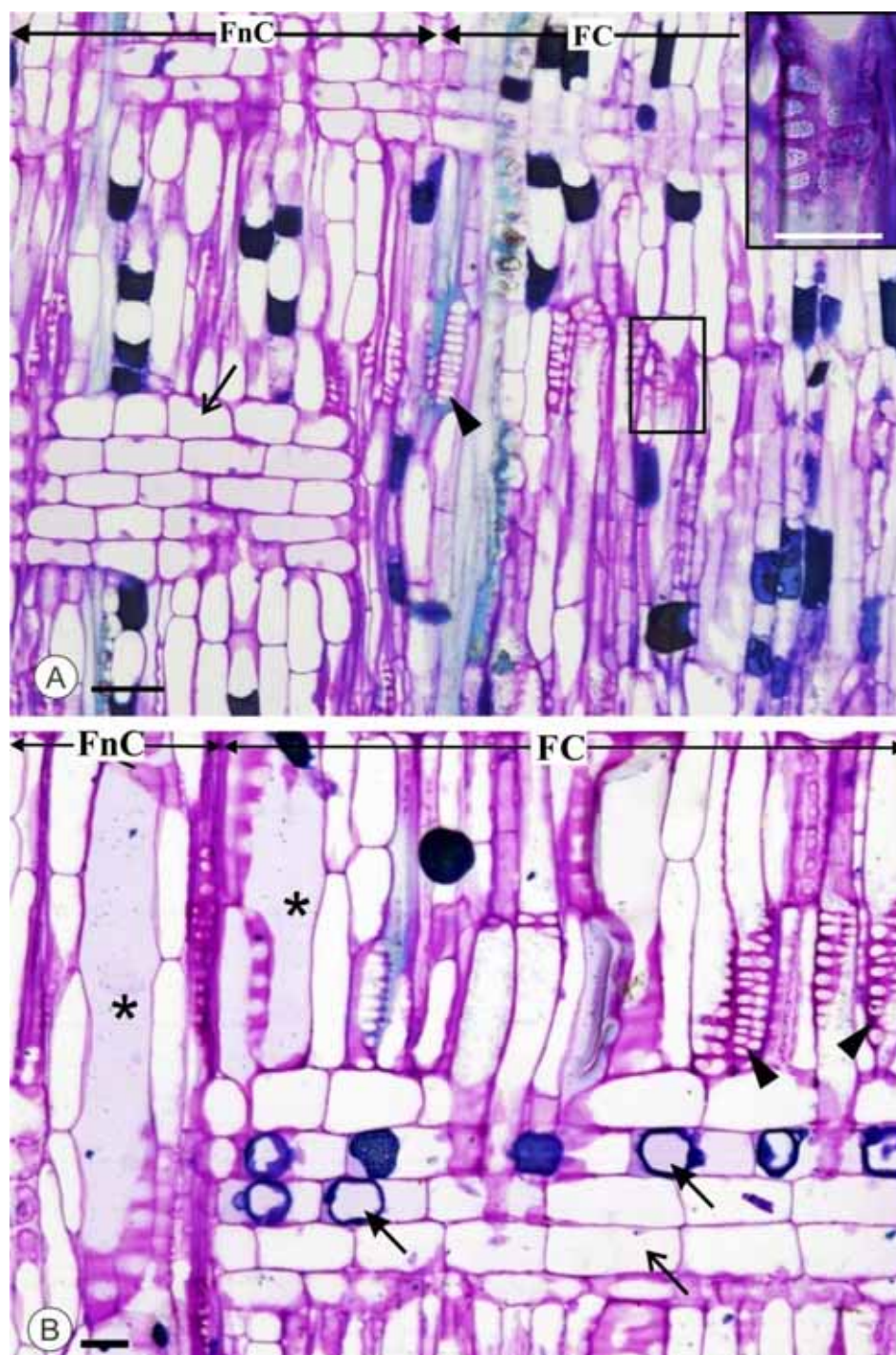


Fig. 7 A-B Cortes longitudinais radiais do floema secundário de *Stryphnodendron polyphyllum*. **A** Floema não-condutor (FnC) e floema condutor (FC). Placa composta intermediária de reticulada para escalariforme (ponta da seta). Células procumbentes de raio (seta aberta). Detalhe da placa crivada com seus crivos abertos circundados por calose no floema condutor. **B** Idioblastos expandidos sem conteúdo (*) no floema não-condutor (FnC) e no floema condutor (FC). Placas crivadas compostas reticuladas (ponta da seta). Células procumbentes de raio (seta aberta), notar que algumas possuem conteúdo (seta fechada). Barras: A=50 μ m e detalhe = 25 μ m; e B=25 μ m.

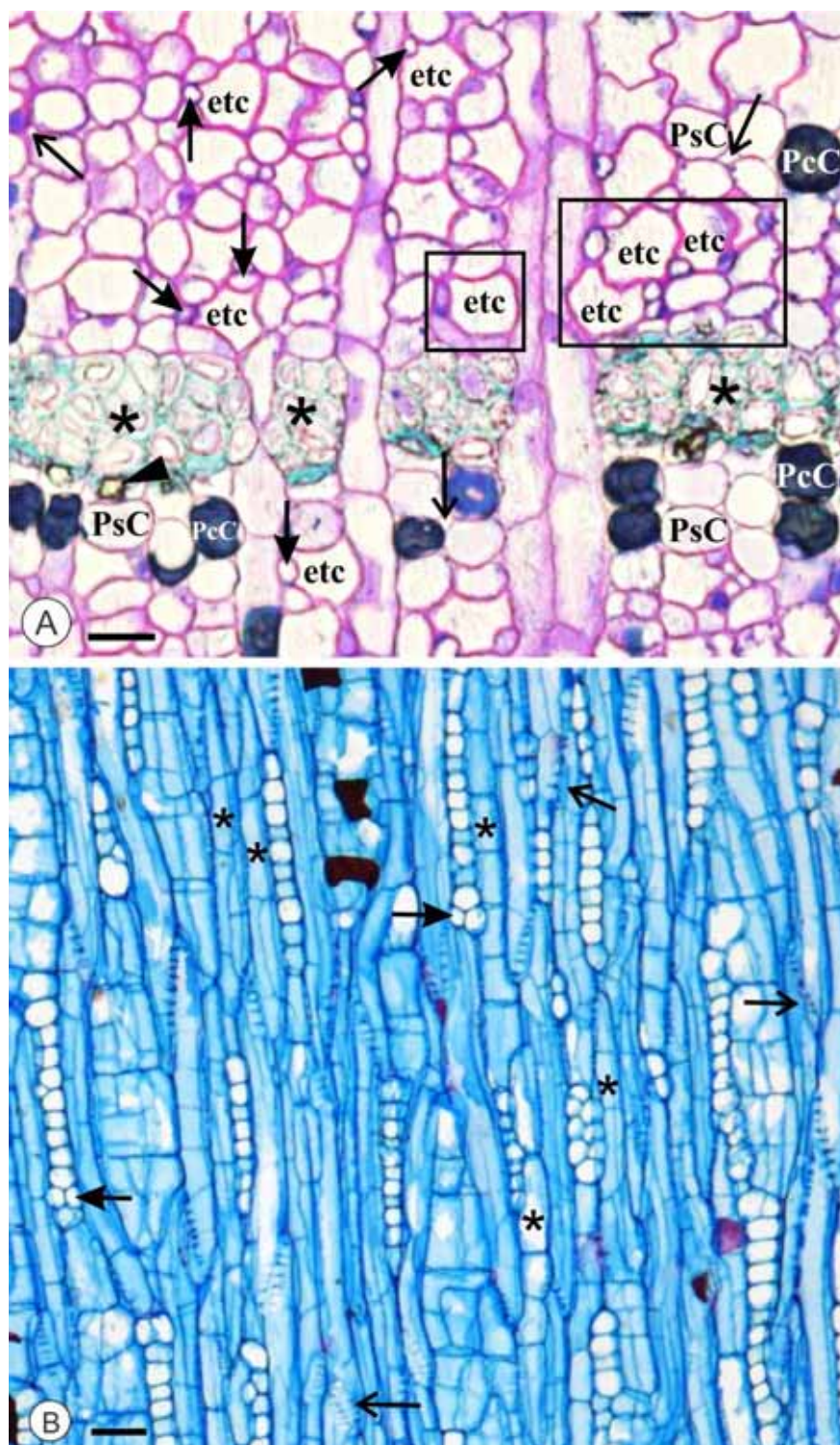


Fig. 8 A-B Aspectos anatômicos do floema secundário de *Stryphnodendron polyphyllum*. **A** Corte transversal destacando fibras gelatinosas (*); bainha de células parenquimáticas com cristais prismáticos (ponta da seta); células parenquimáticas com conteúdo (PcC) e sem conteúdo (PsC) em arranjo difuso; espaços intercelulares (seta aberta); elementos de tubo crivado (etc) solitários (quadrado) ou agrupados (retângulo) e suas células companheiras associadas (setas fechadas). **B** Corte longitudinal tangencial mostrando raios não-estratificados. Destaque para raios unisseriados localmente bisseriados (seta fechada), placas crivadas oblíquas (seta aberta) e séries parênquimáticas (*). Barras: A=25 μ m e B=50 μ m.

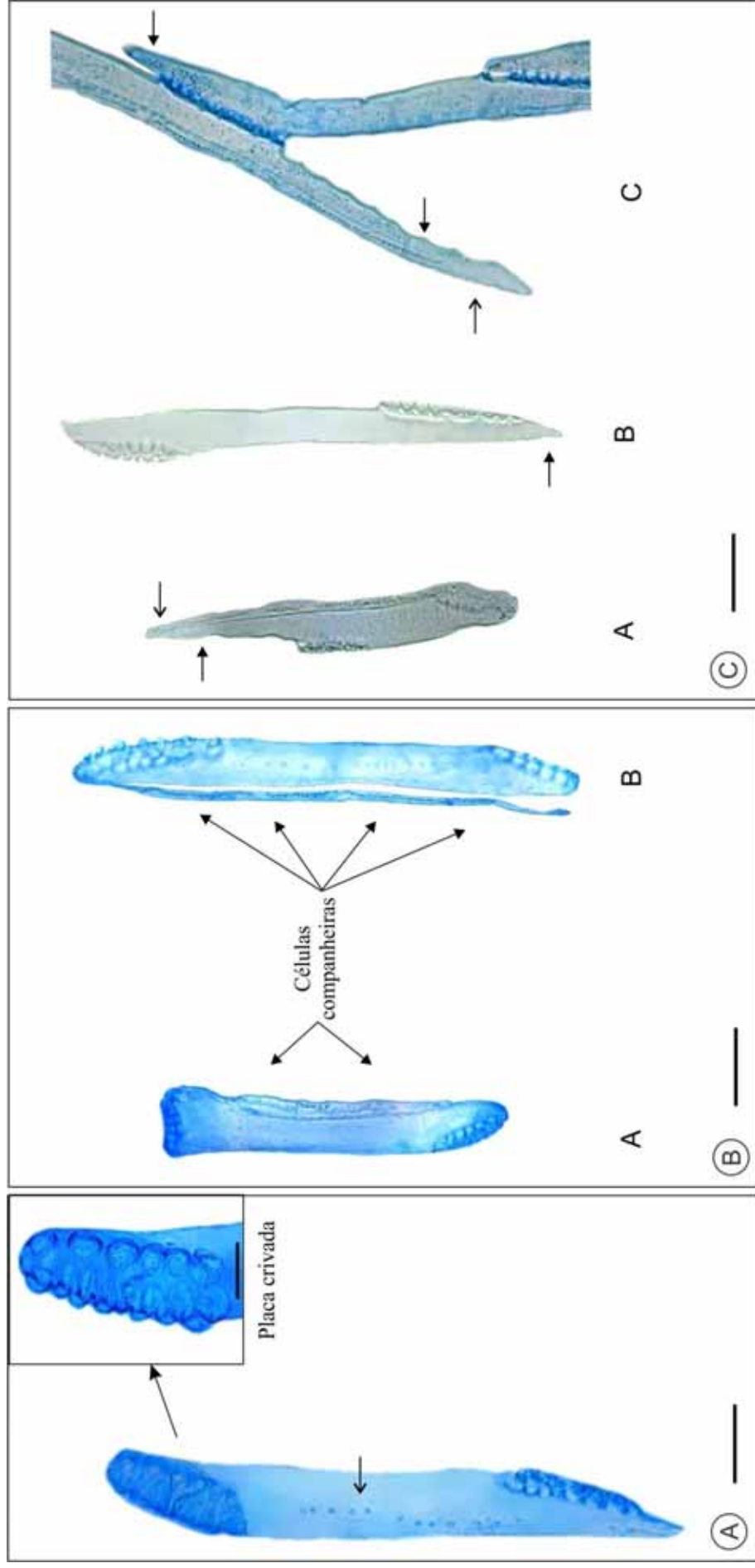


Fig. 9 A-C Material dissociado do floema secundário de *Stryphnodendron polyphyllum* mostrando diversidade de elementos de tubo crivado. **A** Áreas crivadas inconspícuas (seta aberta) e detalhe da placa crivada composta reticulada do elemento de tubo crivado. **B** Elementos de tubo crivado com **A**: duas células companheiras; **B**: quatro células companheiras. **C** Diversidade de apêndices do elemento tubo crivado (seta fechada). **A**: longo; **B**: longo; **C**: três elementos de tubo crivado, um com apêndice longo e um sem apêndice. Detalhe das células companheiras acompanhando os apêndices dos elementos de tubo crivado (seta aberta). Barras: A-C=50µm; detalhe da A=25µm.

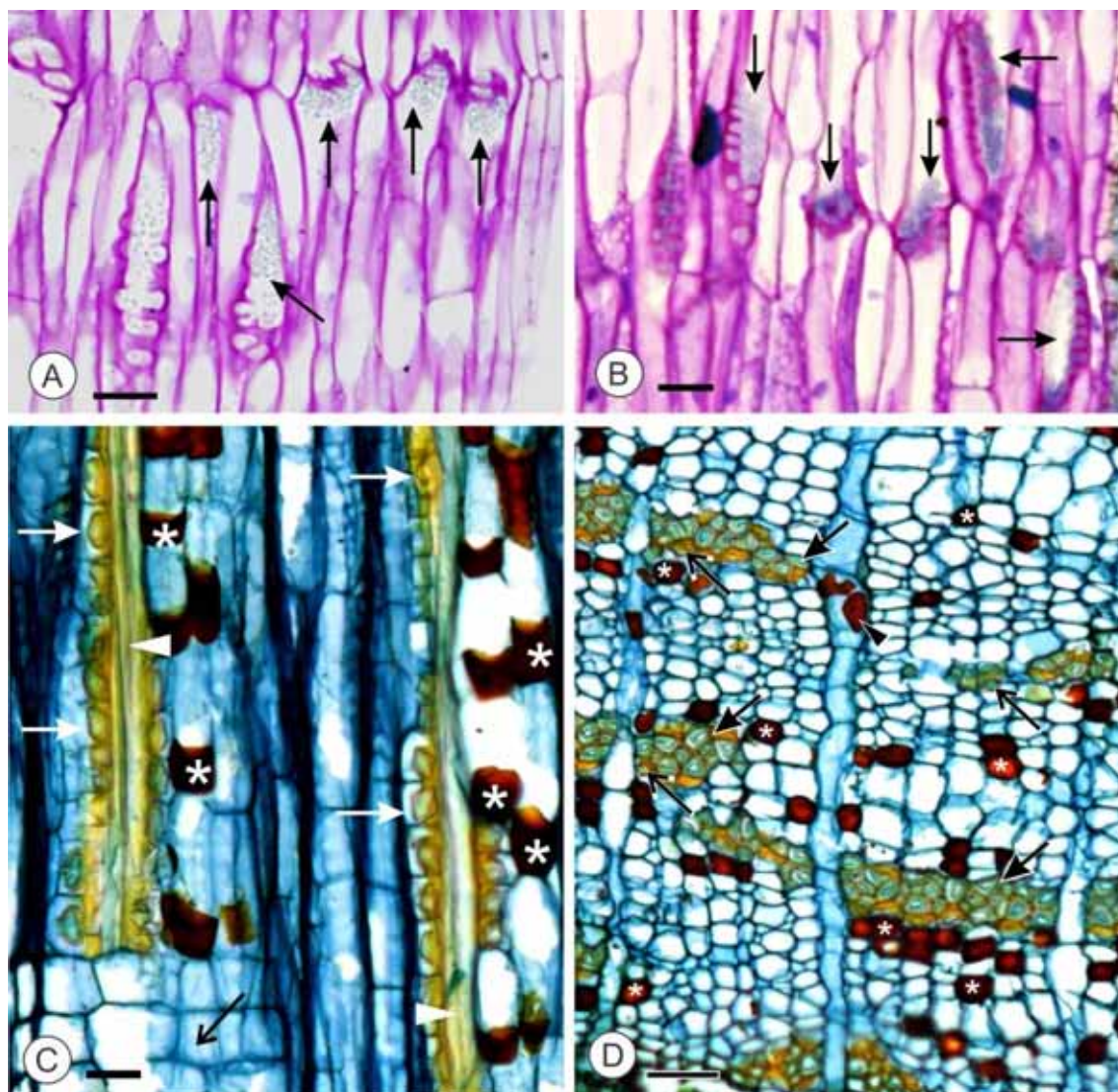


Fig. 10 A-D Aspectos anatômicos da casca de *Stryphnodendron polyphyllum*. **A-C** Cortes longitudinais radiais. **A** Placas crivadas (seta) com crivos circundados por calose de brilho translúcido. **B** Proteína-P nas extremidades dos tubo crivado (seta). **C** Cristais prismáticos em células subdivididas do parênquima axial (seta fechada) e fibras (ponta da seta). Células parenquimáticas com conteúdo (*). Células procumbentes de raio (seta aberta). **D** Corte transversal do floema secundário condutor com fibras gelatinosas em faixas tangenciais descontínuas (seta fechada) e bainha de células parenquimáticas com cristais prismáticos (seta aberta). Notar células do parênquima axial (*) e radial (ponta da seta) com conteúdo. Barras: A-C=25µm; D=40 µm.

CONCLUSÕES

Ao comparar a casca das populações de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. (Fabaceae) que ocorrem em cerrado *sensu stricto* e mata de galeria, nós observamos variações que caracterizam cada população. Essas variações são quantitativas, sendo que os aspectos qualitativos não variam e podem ser usados para fins taxonômicos. A maior largura e proporção do ritidoma na população do cerrado *sensu stricto* confere proteção contra o fogo nesse ambiente savânico e não a casca como um todo. Assim, nós rejeitamos a nossa hipótese inicial de que a casca mais larga seria característica de proteção contra o fogo. Dessa forma, a casca da população do cerrado *sensu stricto* se caracteriza pela proteção contra fogo devido a maior largura e proporção do ritidoma, e pela segurança na condução de fotoassimilados devido ao menor diâmetro dos elementos de tubo crivado. Já, a casca da população da mata de galeria se caracteriza pela eficiência na condução de fotoassimilados devido ao maior diâmetro dos elementos de tubo crivado. Como nós não encontramos diferenças quanto ao grau de escleromorfia nas células da casca (quantidade de fenóis totais e espessura das paredes celulares) entre as populações estudadas, nós também rejeitamos a hipótese de maior grau de escleromorfia na população do cerrado *sensu stricto*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, U. P.; MONTEIRO, J. M.; RAMOS, M. A.; AMORIM, E. L. C. Medicinal and magic plants from a public market in northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 110, p. 76-91, 2007.
- ALONI, R. Ecophysiological implications of vascular differentiation and plant evolution. **Trees**, ago. 2014. <http://www.doi.org/10.1007/s00468-014-1070-6>
- ALONSO, A. A.; MACHADO, S. R. Stem protective tissue in *Erythroxylum tortuosum* (Erythroxylaceae). A fire tolerant species from cerrado. **IAWA Journal**, v. 29, n. 1, p. 69-77, 2008.
- ANGYALOSSY, V. **O floema secundário em espécies arbóreas**. 2006. 64 f. Livre-docência - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.
- ARENS, K. Considerações sobre as causas do xeromorfismo foliar. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP**, v. 15, p. 25-56, 1958a.
- ARENS, K. O cerrado como vegetação oligotrófica. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP**, v. 15, p. 59-77, 1958b.
- BATALHA, M.A. O cerrado não é um bioma. **Biota Neotrop.**, v. 11, n. 1, p. 21-24, 2011.
- BORGES FILHO, H. C.; FELFILI, J. M. Avaliação dos níveis de extrativismo da casca de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] no Distrito Federal, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 735-745, 2003.
- BRANDÃO, M. G. L.; ZANETTI, N. N. S.; OLIVEIRA, P.; GRAEL, C. F. F.; SANTOS, A. C. P.; MONTE-MÓR, R. L. M. Brazilian medicinal plants described by 19th

- century European naturalists and in the Official Pharmacopoeia. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, n. 2, p.141-148, 2008.
- CALIXTO, J. S.; RIBEIRO, E. M. O cerrado como fonte de plantas medicinais para uso dos moradores de comunidades tradicionais do alto Jequitinhonha, MG. In: Encontro nacional de pós-graduação em ambiente e sociedade, 2., 2004, Indaiatuba. **II Encontro nacional de pós-graduação em ambiente e sociedade**, 2004.
- CAPUZZO, J. P.; ROSSATTO, D. R.; FRANCO, A. C. Differences in morphological and physiological leaf characteristics between *Tabebuia aurea* and *T. impetiginosa* is related to their typical habitats of occurrence. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n.3, p.519-526, 2012.
- CARVALHO, F. A.; JACOBSON, T. K. B.; COSTA, A. F.; SANTOS, A. A. B.; HAY, J. D. V. Estrutura e distribuição espacial do Barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum*) em uma área de cerrado no sudeste de Goiás. **Revista Tropica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 1, p. 14-20, 2009.
- CHEADLE, V. I. Research on xylem and phloem: progress in fifty years. **American Journal of Botany**, v. 43, n. 9, p. 719-731, 1956.
- COSTA, C. G.; CORADIN, V. T. R.; CZARNESKI, C. M.; PEREIRA, B. A. S. Bark anatomy of arborescet leguminosae of cerrado and gallery forest of central Brazil. **IAWA Journal**, v. 18, n. 4, p. 385-399, 1997.
- 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.
- EITEN, G. The Cerrado Vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.
- ESAU, K. Development and structure of the phloem tissue. **The Botanical Review**, v. 5, n. 7, p.373-432, 1939.
- ESAU, K. Development and structure of the phloem tissue, II. **The Botanical Review**, v. 16, n. 2, p.67-114, 1950.
- EVERT, R. F. **Esau's Plant Anatomy: Meristems, Cells, and Tissues of the Plant Body: Their Structure, Function and Development**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 3 ed., 2006. 601 p.
- FALEIRO, F. G.; GAMA, L. C.; FARIAS NETO, A. L.; SOUSA, E. S. O simpósio nacional sobre o cerrado e o simpósio internacional sobre savanas tropicais. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Org.). **Savanas: desafios e estratégias para o**

- equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 33-46.
- FORZZA, R. C. et al. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**, volume 1. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. 2 v.
- FRANÇA, H.; RAMOS NETO, M. B.; SETZER, A. **O fogo no Parque Nacional das Emas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007, 140p.
- GANEM, R. S. **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas**. Brasília:Edições Câmara, 2010. 437 p.
- HABERMANN, G.; BRESSAN, A. C. G. Root, shoot and leaf traits of the congeneric *Styrax* species may explain their distribution patterns in the cerrado *sensu lato* areas in Brazil. **Functional Plant Biology**, v. 38, p. 209–218, 2011.
- HAMANN, T; SMETS, E.; LENS, F. A comparison of paraffin and resin-based techniques used in bark anatomy. **Taxon**, v. 60, v. 3, p. 841–851, 2011.
- HOFFMANN, W. A.; ADASME, R.; HARIDASAN, M.; CARVALHO, M. T.; GEIGER, E. L.; PEREIRA, M. A. B.; GOTSCH, S. G.; FRANCO, A. C. Tree topkill, not mortality, governs the dynamics of savanna-forest boundaries under frequent fire in central Brazil. **Ecology**, v. 90, n. 5, p. 1326-1337, 2009.
- IAWA JOURNAL. Successful meeting of the IAWA Bark Committee. **IAWA Journal**, v. 35, n. 3, p. 333, 2014.
- JACOBSON, T. K. B.; GARCIA, J.; SANTOS, S. C.; DUARTE, J. B.; FARIAS, J. G.; KLIEMANN, H. J. Influência de fatores edáficos na produção de fenóis totais e taninos de duas espécies de Barbatimão (*Stryphnodendron* sp.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 3, p. 163-169, 2005.
- JUNIKKA, L. Survey of English macroscopic bark terminology. **IAWA Journal**, v. 15, n. 1, p. 3–45, 1994.
- JUNIKKA, L.; KOEK-NOORMAN, J. Anatomical structure of barks in Neotropical genera of Annonaceae. **Annales Botanici Fennici**, v. 44, p. 79-132, 2007.
- KNOBLAUCH, M.; PETERS, W. S. Münch, morphology, microfluidics: our structural problem with the phloem. **Plant, Cell and Environment**, v. 33, p.1439-1452, 2010.
- KOTINA, E. L.; VAN WYK, B. E.; TILNEY, P. M.; OSKOLSKI, A. A. The systematic significance of bark structure in southern African genera of tribe Heteromorphaeae (Apiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 169, p. 677-691, 2012.

- LAWES, M. J.; MIDGLEY, J. J.; CLARKE, P. J. Costs and benefits of relative bark thickness in relation to fire damage: a savanna/forest contrast. **Journal of Ecology**, v. 101, p.517-524, 2013.
- LEV-YADUN, S. Terminology used in bark anatomy: additions and comments. **IAWA Bulletin**, v. 12, n. 2, p. 207-209. 1991.
- LEV-YADUN, S. Bark. In: **Encyclopedia of Life Sciences (ELS)**. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester. 2011. <http://www.doi.org/10.1002/9780470015902.a0002078.pub2>
- LIMA, P. G. C.; COELHO-FERREIRA, M.; OLIVEIRA, R. Plantas medicinais em feiras e mercados públicos do Distrito Florestal Sustentável da BR-163, estado do Pará, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 25, n. 4, p. 422-434, 2011.
- LOPES, G. C.; NAKAMURA, C. V.; DIAS FILHO, B. P.; MELLO, J. C. P. Estudo físico-químico, químico e biológico de extrato das cascas de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. (Leguminosae). **Rev. Bras. Farmacogn.**, v. 13, n. 2, p. 24-27, 2003.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, 2 v. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002. 384 p.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 544 p.
- MACHADO, S. R.; MARCATI, C. R.; MORRETES, B. L.; ANGYALOSSY, V. Comparative bark anatomy of root and stem in *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae). **IAWA Journal**, v. 26, n. 4, p. 477-487, 2005.
- MARONI, B. C.; STASI, L. C.; MACHADO, S. R. **Plantas medicinais do cerrado de Botucatu**: guia ilustrado. São Paulo: Editora UNESP, 2006. 194 p.
- MARQUES, A. R.; GARCIA, Q. S.; REZENDE, J. L. P.; FERNANDES, G. W. Variations in leaf characteristics of two species of *Miconia* in the Brazilian cerrado under different light intensities. **Tropical Ecology**, v. 41, n. 1, p. 47-60, 2000.
- MATOS, F. J. A.; LORENZI, H.; SANTOS, L. F. L.; MATOS, M. E. O.; SILVA, M. G. V.; SOUSA, M. P. **Plantas tóxicas**: estudo de fitotoxicologia química de plantas brasileiras. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011. 247 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Cerrado e Pantanal**: áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade. Brasília: MMA, 2007. 397 p.
- MIRANDA, H. D.; SATO, M. N. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). **Cerrado**: Ecologia,

- Biodiversidade e Conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 93-105.
- MYERS, N.; MITTERMELER, R. A.; MITTERMELER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p.853-858, 2000.
- NANKO, H.; CÔTÉ, W. A. **Bark structure of hardwoods grown on southern pine sites**. Syracuse, Syracuse University Press, 1980. 56 p.
- OLIVEIRA, F.; AKISUE, G.; AKISUE, M. K. **Farmacognosia**. São Paulo: Editora Atheneu, 1998. 412 p.
- OLIVEIRA, D. R.; BRITO-JUNIOR, F. E.; SAMPAIO, L. A.; TORRES, J. C.; RAMOS, A. G. B.; NUNES, A. A. Ethnopharmacological usage of medicinal plants in genitourinary infections by residents of the Araripe Plateau, Crato, Ceará - Brazil. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, Fortaleza, v. 25, n. 3, p. 278-286, 2012.
- OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. **The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. 398 p.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, v. 80, n. 3, p.223-230, 1997.
- RICHTER, H. G.; MAZZONI-VIVEIROS, S. C.; ALVES, E. S.; LUCHI, A. E.; COSTA, C. G. Padronização de critérios para a descrição anatômica da casca: lista de características e glossário de termos. **Série Registros**, São Paulo, n. 16, p.1-25, 1996.
- ROCHA, L. D.; PREUSSLER, K. H.; PEGORINI, F.; FARIAS, V.; MARANHÃO, L. T. Estudo anatômico comparativo da casca do caule do araçá-amarelo e araçá-vermelho, *Psidium cattleianum* Sabine, Myrtaceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 1114-1122, 2008.
- ROSELL, J. A., OLSON, M. E. The evolution of bark mechanics and storage across habitats in a clade of tropical trees. **American Journal of Botany**, v. 101, n. 5, p. 764-777, 2014.
- ROSSATTO, D. R.; HOFFMANN, W. A.; FRANCO, A. C. Características estomáticas de pares congêneros de cerrado e mata de galeria crescendo numa região transicional no Brasil Central. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 2, p. 499-508, 2009.
- ROTH, I. **Structural patterns of tropical barks**. Gebrüder Borntraeger: Berlin, 1981. 609p.

- SANCHES, A. C. C.; LOPES, G. C.; TOLEDO, C. E. M.; SACRAMENTO, L. V. S.; SAKURAGUI, C. M.; MELLO, J. C. P. Estudo Morfológico Comparativo das Cascas e Folhas de *Stryphnodendron adstringens*, *S. polyphyllum* e *S. obovatum* – Leguminosae. **Lat. Am. J. Pharm.** v. 26, n. 3, p. 362-8, 2007.
- SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 2 v. 1279 p.
- SANTOS, S. C.; COSTA, W. F.; BATISTA, F.; SANTOS, L. R.; FERRI, P. H.; FERREIRA, H. D.; SERAPHIN, J. C. Seasonal variation in the content of tannins in barks of barbatimão species, **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 4, p. 552-556, 2006.
- SCHEPPER, V.; SWAEF, T.; BAUWERAERTS, I.; STEPPE, K. Phloem transport: a review of mechanisms and controls. **Journal of Experimental Botany**, v. 64, n. 16, p.4839-4850, 2013.
- SILVA, L.C.R.; STERNBERG, L.; HARIDASAN, M.; HOFFMANN, W.A.; MIRALLES-WILHELM, F.; FRANCO, A.C. Expansion of gallery forests into central Brazilian savannas. **Global Change Biology**, v.14, n. 9, p.2108-2118, 2008.
- SIMON, M. F.; GREETHER, R.; QUEIROZ, L. P.; SKEMA, C.; PENNINGTON, R. T.; HUGHES, C. E. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 106, n. 48, p.20359-20364, 2009.
- SMOOT, E. L.; TAYLOR, T. N. Sieve areas in fossil phloem. **Science**, v.202, p.1081-1083, 1978.
- SOFFIATTI, P.; ANGYALOSSY, V. Estudo anatômico comparativo do lenho e da casca de duas espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, Brasil, v. 22, n. 2, p. 175-184, 1999.
- SONSIN, J. O. **Anatomia da madeira de espécies de cerrado sensu lato do estado de São Paulo**. 2011. 159 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu. 2011.
- SONSIN, J. O.; GASSON, P. E.; BARROS, C. F.; MARCATI, C. R. A comparison of the wood anatomy of 11 species from two cerrado habitats (cerrado s.s. and adjacent gallery forest). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 170, n. 2, p.257-276, 2012.

- SPICER, R. Symplasmic networks in secondary vascular tissues: parenchyma distribution and activity supporting long-distance transport. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n. 7, p.1829-1848, 2014.
- THE LEGUME PHYLOGENY WORKING GROUP. Legume phylogeny and classification in the 21st century: Progress, prospects and lessons for other species-rich clades. **Taxon**, v. 62, n. 2, p. 217-248, 2013.
- THOMPSON, M. V. Phloem: the long and the short of it. **Trends In Plant Science**, v. 11, n. 1, p. 26-32, 2006.
- TROCKENBRODT, M. Survey and discussion of the terminology used in bark anatomy. **IAWA Bulletin**, v. 11, n. 2, p. 141-166, 1990.
- TRUERNIT, E. Phloem imaging. **Journal of experimental botany**, v. 65, n. 7, p.1681-1688, 2014.
- VALE, A. T.; BRASIL, M. A. M.; LEAO, A. L. Quantificação energética e caracterização de madeira e casca de espécies do cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 71-80, 2002.
- ZAHUR, M. S. **Comparative Study of Secondary Phloem of 423 Species of Woody Dicotyledons Belonging to 85 Families**. Ithaca, N.Y.: Cornell University, Agricultural Experiment Station, New York State College of Agriculture, 1959. 160 p.