

Selma Lopes Goulart¹, Alessandra de Oliveira Ribeiro¹, Fábio Akira Mori¹, Natalie Ferreira de Almeida², Claudinéia Olimpia de Assis¹

ANATOMIA DO LENHO DE RAIZ, TRONCO E GALHO DE BARBATIMÃO (*Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville)

Palavras chave:
Madeira nativa
Variação axial
Cerrado

RESUMO: Objetivou-se analisar o lenho de raiz, tronco e galho de barbatimão, *Stryphnodendron adstringens* em área de cerrado, no município de Lavras, MG. Amostras de lenho do tronco e do galho foram retiradas a 0, 25, 50, 75 e 100% da altura total do tronco e comprimento total do galho. Amostras de lenho das raízes foram retiradas a 40 cm de profundidade do solo. Qualitativamente o lenho do barbatimão possui camadas de crescimento distintas para o tronco e galho; na raiz, encontram-se pouco definidas. Porosidade difusa. Placas de perfuração simples. Pontoações intervasculares e raio-vasculares, areoladas, alternas e com guarnições. Parênquima paratraqueal vasicêntrico. Raios predominantemente unisseriados, apresentando raios multisseriados. Os raios são heterocelulares, onde o corpo do raio é formado por células procumbentes e margens com células quadradas e eretas. Observaram-se, raios homogêneos formados apenas por células procumbentes. Presença de cristais nas células dos parênquimas axiais, radiais e nas fibras. Quantitativamente, as características relevantes para o lenho foram: maior frequência de vasos para o galho; paredes das fibras mais espessas no lenho de raiz e raio mais largo no tronco.

Histórico:
Recebido 09/11/2012
Aceito 03/02/2015

WOOD ANATOMY OF ROOT, TRUNK AND BRANCH FROM BARBATIMÃO (*Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville)

Keywords:
Native wood
Axial Variation
Cerrado

ABSTRACT: This study aimed to analyze the wood of root, trunk and branch from barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) in the cerrado area, in Lavras (Minas Gerais State, Southeastern Brazil). Trunk and branch wood samples were removed at 0, 25, 50, 75 and 100% of the trunk and branch total height. Root wood samples were removed at 40 cm depth soil. Qualitatively the barbatimão wood has distinct growth layers for the trunk and branch; at the root they are poorly defined. Diffuse porosity. Simple perforation plates. Inter-vascular and vessel-ray. Bordered, alternate and with garnishes. Vasicentric paratracheal parenchyma. Uniseriate rays predominant, presenting multiseriate rays. The rays are heterocellular, where the ray body is formed by procumbent cells and margins with square and upright cells. It was observed that homogeneous rays are formed only by procumbent cells. Crystals are present at the axial and radial parenchyma cells, and in the fibers. Quantitatively the relevant features to the wood were: higher vessel frequency in branch wood; thicker wall fibers in the root wood and larger rays in the trunk.

Correspondência:
lopesgoulart@yahoo.com.br

DOI:
10.1590/01047760201521021627

¹ Universidade Federal de Lavras - Lavras, Minas Gerais, Brasil
² Universidade de São Paulo - Piracicaba, São Paulo, Brasil

INTRODUÇÃO

Stryphnodendron adstringens, espécie popularmente conhecida como barbatimão, pertence à família Fabaceae, é típica do cerrado e ampla distribuição geográfica no país (ALMEIDA et al., 1998). Segundo os mesmos autores, é uma árvore de pequeno porte, com altura entre 2 e 8 metros. A sua importância econômica está na grande quantidade de taninos produzidos, que são usados na área farmacêutica, na fabricação de tinta para escrever e nas indústrias de couro (RIZZINI; MORS, 1976). De acordo com Corrêa (1984), as atividades farmacológicas do barbatimão estão, diretamente, ligadas aos altos teores de taninos condensados, que variam de 20% a 50% dos compostos presentes nas casca das plantas.

Entre os estudos anatômicos existentes sobre o lenho de *Stryphnodendron adstringens*, encontram-se os trabalhos de Détienne e Jacque (1983), com descrições para o gênero, e o de Montefusco (2005), com estudos anatômicos do caule dessa espécie. Observando-se os estudos sobre a anatomia do lenho, constata-se que eles têm sido realizados, preferencialmente, com caules, sendo poucos os que tratam do lenho de raízes (GASSON; CUTLER, 1990). O provável motivo para essa situação é a dificuldade na coleta das raízes e por se admitir que o lenho da raiz seja similar ao do caule, contribuindo para uma escassez de estudos comparados entre raiz e caule (CUTLER, 1976; PRAKASH, 1972). São encontrados poucos trabalhos na literatura, como os de Ewers et al. (1997), Goulart (2012), Goulart e Marcati (2008), Machado et al. (1997), Psaras e Sofroniou (2004) e Ranjani e Krishnamurthy (1987). Esses são considerados de grande relevância, pois as variações estruturais entre raiz e caule têm auxiliado no entendimento das adaptações ecológicas das espécies (MACHADO et al., 1997).

Ao se tratar de cerrado brasileiro, os estudos anatômicos comparados do lenho de raiz e tronco de plantas são poucos, podemos citar os de Machado et al. (1997), estudando lenho de raiz e caule em *Styrax camporum* (Styracaceae); Goulart e Marcati (2008), com estudos comparados do lenho em raiz e caule de *Lippia salviifolia* (Verbenaceae) e Goulart (2012), com estudos do lenho de raiz de caule *Aegiphila sellowiana* (Verbenaceae).

Sendo assim, no presente trabalho, contribui-se com informações sobre a anatomia estrutural da madeira da raiz, tronco e galho de *S. adstringens* e correlacionam-se às características anatômicas desses órgãos com as prováveis adaptações ecológicas da espécie ao ambiente de cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em fragmento de cerrado, no município de Lavras, MG Brasil. O município localiza-se a uma latitude 21° 15' 43 Sul e a uma longitude 45° 59' 59 Oeste, estando a uma altitude de 918,87 metros. O clima de Lavras, segundo a classificação climática de Köppen, é Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura do mês mais quente é de 22,1 °C em fevereiro, e dezembro, o mês mais úmido, tem precipitação de 295,8 mm. O mês de julho é o mais frio, com 15,8 °C e seco, com precipitação de 23,4 mm. A precipitação média anual é de, aproximadamente, 127,41 mm, e a temperatura média é de 19,45 °C. A estação seca estende-se de maio a setembro, com média de precipitação de 40,6 a 72,5 mm (DANTAS et al., 2007).

Caracterização do solo

Para a caracterização química e física do solo da área de estudo, foram coletadas amostras, conforme recomendações descritas em Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1997).

Coleta e preparo do lenho

Foram selecionados três espécimes de *S. adstringens*. Foram retiradas amostras de lenho do tronco, em 5 posições em relação à altura total do tronco até a primeira bifurcação (0, 25, 50, 75 e 100%), como ilustrado na (Figura 1A, B, C). Posteriormente, retiraram-se amostras dos galhos em relação ao comprimento total do galho (galho 1 e galho 2) a (0, 25, 50, 75 e 100%), (Figura 1A, B). Amostras de lenho das raízes foram obtidas a 40 cm de profundidade (Figura 1A, C). Os materiais lenhosos (raiz, tronco e galho) foram cadastrados, secos e depositados na Xiloteca da Universidade Federal de Lavras (Tabela 1). Foram preparadas exsiccatas do material botânico, sendo depositadas no Herbário Esal, da Universidade Federal de Lavras (Tabela 1).

Após a coleta, as amostras foram fixadas em FAA 70 (BERLYN; MIKSCHE, 1976) e armazenadas em álcool 70%. Posteriormente, foram preparados os corpos de prova, de 1 cm³ da região de transição entre o cerne e o alburno, conforme recomendações da Comision Panamericana de Normas Técnicas - COPANT (1974). Foram preparadas lâminas permanentes com

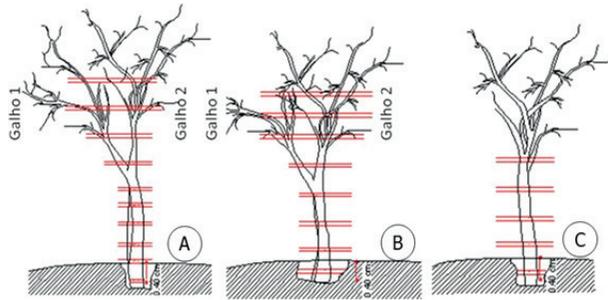


FIGURA 1 Diagrama de perfil mostrando as principais ramificações dos três espécimes de *Stryphnodendron adstringens*. Os traços transversais indicam o local amostrado.

FIGURE 1 Profile diagram showing the main branches of the three specimens of *Stryphnodendron adstringens*. The transversal traces indicate the sampled location.

secções transversais, longitudinais tangenciais e radiais da madeira, com espessura entre 15 e 20 μm , utilizando-se micrótomo de deslize. As secções foram clarificadas em hipoclorito de sódio (20%) e coradas com azul de astra e safranina alcoólica (50%) 1:1, tratadas em série alcoólica crescente de 30 a 100% e montadas em Entellan® (JOHANSEN, 1940).

Para a mensuração dos elementos celulares, foi feito macerado, segundo o método de Franklin (1945). Para as análises das pontoações guarnecidas, o material foi preparado seguindo as recomendações de Alves (2006). Nas análises quantitativas dos elementos celulares, utilizou-se o programa de análise de imagem Image-Pro Plus. Para as descrições anatômicas, foi aplicada a norma da International Association of Wood Anatomists Committee - IAWA Committee (1989). O delineamento Experimental foi inteiramente casualizado, e as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA 1999), utilizando o teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo da área foi classificado como solo de textura argilosa e pH ácido. Os teores de cálcio, fósforo e magnésio encontram-se muito baixos; potássio e matéria orgânica, com teores baixos; zinco e manganês, teores entre muito baixos e baixos; elevados teores de alumínio e ferro; baixos teores de boro; cobre com teores médios e zinco em quantidade razoável.

A estrutura anatômica observada para o barbatimão, *Stryphnodendron adstringens*, está de acordo com as descrições prévias realizadas para o gênero por Détienne & Jacque (1983) e para a espécie por Montefusco (2005).

O lenho do tronco e do galho apresentaram camadas de crescimento distintas, bem definidas e demarcadas por achatamento radial e espessamento das paredes das fibras no final do lenho tardio (Figura 2 B e C setas), porém, no lenho da raiz, estas se apresentaram menos definidas (Figura 2 A seta).

Os resultados encontrados para as camadas de crescimento no lenho das raízes estão de acordo com o que foi proposto por Brown (1971) e Lebedenko (1962). Esses autores comentam em seus estudos que há menor evidência de camadas de crescimento no lenho de raízes, quando comparados com o de caules. As condições ambientais mais uniformes do solo poderiam explicar a menor evidência de camadas de crescimento no lenho de raízes. Nos estudos realizados por Dias-Leme (1994), Esemann-Quadros (2001), Goulart (2012), Goulart e Marcati (2008) e Machado et al. (1997), em espécies brasileiras, observou-se a presença de camadas de crescimento bem definidas no lenho de raízes, opondo-se com o que foi descrito por Brown (1971) e Lebedenko (1962).

TABELA 1 Informações sobre os espécimes coletados de *Stryphnodendron adstringens*.

TABLE 1 Information about the collected specimens of *Stryphnodendron adstringens*.

Coletor	Espécime	Órgão	Nº Herbário Esal	Nº xiloteca	Altura (m)	DAP (cm)	Diâm. raiz (cm)	Diâm. galhos (cm)
	1	R	-	268	-	-	14,5	-
		T	4789	269	5,11	13,5	-	-
		G	-	270	-	-	-	7,8
Goulart, S.L	2	R	-	271	-	-	12,5	-
		T	4779	272	3,4	10	-	-
		G	-	273	-	-	-	5,62
	3	R	-	274	-	-	16,5	-
		T	4776	275	4,62	14,5	-	-

(DAP) = diâmetro à altura do peito (1,30 m). R = raiz, T = tronco, G = Galhos.

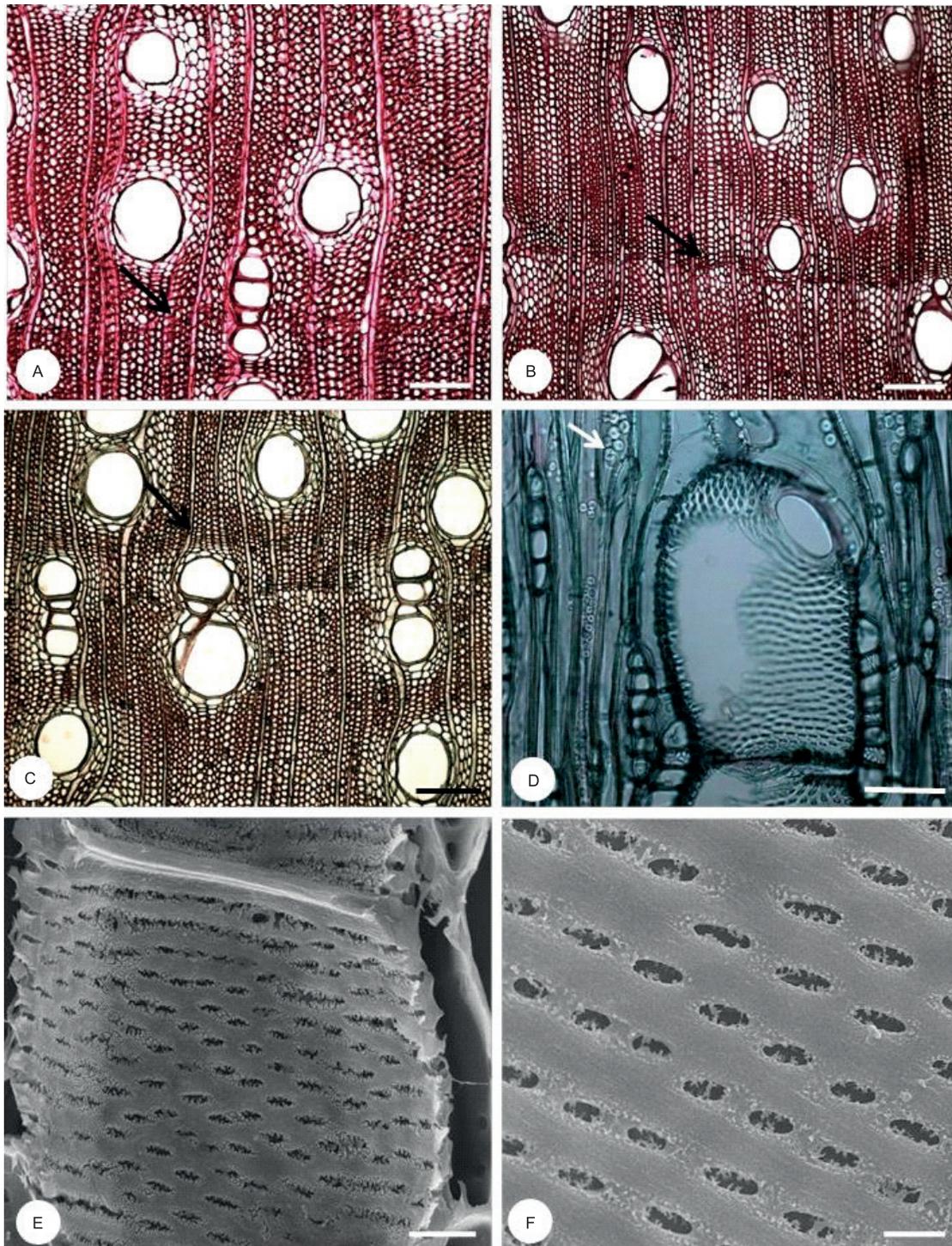


FIGURA 2 Lenho de *Stryphnodendron adstringens*. Secções transversais; (A, B e C) camadas de crescimento distintas (setas) demarcadas por fibras espessadas e achatadas radialmente no final do lenho tardio, porosidade difusa. A: lenho da raiz. B: lenho do tronco. C: lenho do galho. D: placas de perfuração simples em lenho do tronco. Parênquima axial com grãos de amido (setas). E-F: secções longitudinais tangencial e radial do lenho de tronco e raiz com pontoações guarnecidas intervasculares e raio-vasculares, areoladas e alternas. Barra = 200 μm , (A, B e C), Barra = 50 μm , (D), Barra = 10 μm , (E e F).

FIGURE 2 *Stryphnodendron adstringens* wood. Transverse sections; (A, B and C) distinct growth layers (arrows), marked by thickened and radially flattened fibers in the end of the late wood, diffuse porosity. A: root wood. B: trunk wood. C: branch wood. D: simple perforation plates in trunk wood. Axial parenchyma with starch grains (arrows). E-F: longitudinal-tangential and radial sections of trunk and root wood with intervascular and vessel-ray pits, bordered and alternate. Bar = 200 μm , (A, B and C), Bar = 50 μm , (D), Bar = 10 μm , (E and F).

As camadas de crescimento bem definidas no lenho de tronco e galho nos espécimes sugerem uma resposta da planta às condições adversas do ambiente de cerrado, com a baixa disponibilidade de água, durante o período de estiagem e solo com propriedades químicas alteradas. Kira (1983) menciona que uma das condições ambientais para a marcação de camada de crescimento em árvores de regiões tropicais é a condição de quando a precipitação é inferior a 60 mm em um período de 60 dias. Na região de estudo, a estação seca estende-se de maio a setembro, com média da precipitação no período de 40,6 a 72,5 mm, o que pode estar provocando a formação de camadas de crescimento no lenho de *S. adstringens*. Marcati et al. (2006), ao analisarem o lenho de 48 espécies lenhosas de cerrado, verificaram que 61% delas possuíam camadas de crescimento bem definidas e 33% apresentaram camadas de crescimento pouco definidas.

Os poros possuem distribuição difusa, (Figura 2 A, B e C). 56% de vasos solitários na raiz, 60% no tronco e 68% no galho. 30% de múltiplos de dois na raiz, 14% no tronco e 11% no galho. Foram observados vasos múltiplos de três a cinco, 14% na raiz e no tronco e 11% no galho.

A porosidade difusa do lenho de *S. adstringens* está de acordo com os estudos de Montefusco (2005), em estudos com anatomia ecológica do lenho para a mesma espécie ocorrente no Paraná. Segundo Alves e Angyalossy-Alfonso (2000), lenho com porosidade difusa é muito frequente em espécies lenhosas da flora do Brasil, ocorrendo em vários ecossistemas.

Foram observadas placas de perfuração simples no lenho da raiz, tronco e galho (Figura 2 D), e, também, observaram-se pontoações guarnecidas intervasculares areoladas, alternas, nos três órgãos analisados (Figura 2 E). Já, as pontoações raio-vasculares são semelhantes às intervasculares, para todos os órgãos (Figura 2 F).

Pontoações intervasculares areoladas alternas e com guarnições, tanto para raiz, tronco e galho, em *S. adstringens*, está de acordo com os estudos de Montefusco (2005), para a mesma espécie. Segundo Carlquist (2001), Jansen et al. (2004) e Metcalfe e Chalk (1950), a presença de pontoações guarnecidas é uma característica marcante da família. Várias espécies que pertencem à família Fabaceae no Brasil apresentam o mesmo tipo de pontoação, como se pode observar nos trabalhos realizados por Marcati et al. (2001), com *Copaifera langsdorffii* ocorrente em floresta mesófila semidecídua e cerrado; com espécies do gênero *Swartzia*, por Angyalossy-Alfonso e Miller (2002) e Silva et al. (2009), com *Caesalpinia pyramidalis*,

espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil, e por Lima et al. (2009), para *Enterolobium contortisiliquum*, ocorrente em dois tipos ambientes.

A presença de placas de perfuração simples nos vasos de *S. adstringens* pode estar relacionada com as pontoações guarnecidas. Há uma correlação em alguns táxons da presença de pontoações guarnecidas com placas de perfuração simples. De acordo com Jansen et al. (2004) e Wheeler e Baas (1991), essas características garantem uma maior eficiência no transporte de água, imposta pelas altas taxas de transpiração de espécies de regiões quentes e secas como o cerrado.

Os elementos de vaso apresentam-se sem apêndices (Figura 3 A), ou com apêndices em uma ou ambas as extremidades, ocorrendo, ocasionalmente, para ambos os órgãos estudados. Quanto ao comprimento médio dos elementos de vaso, não houve diferença estatística entre raiz, tronco e galho, para todos os espécimes analisados (Tabela 3). Porém, houve variação entre os espécimes (Tabela 2), com o tronco apresentando menor comprimento dos elementos de vaso, e maiores para raiz e galho. Os resultados encontrados estão de acordo com os de Cutler (1976), que menciona, em seus estudos, que, no lenho de raiz, as células são geralmente mais longas do que no lenho de caule. Outros autores também observaram resultados semelhantes, como Psaras e Sofroniou (1999), com *Capparis spinosa* (Capparaceae) e Psaras e Sofroniou (2004), com *Phlomis fruticosa* (Labiatae). Porém, Goulart e Marcati (2008), encontraram maiores comprimentos de vasos para o lenho de caule quando comparado com a raiz em *Lippia salviifolia* (Verbenaceae), Machado et al. (1997) para *Styrax camporum* (Styracaceae), e Goulart (2012) em estudos comparados para lenho de raiz e caule de *Aegiphila sellowiana* (Verbenaceae), todas ocorrentes em áreas de cerrado.

Em relação ao diâmetro dos vasos, quando analisados todos os espécimes, não houve variação (Tabela 3), no entanto, houve muita variação entre os espécimes (Tabela 2). Os espécimes dois e três apresentaram maiores diâmetros de vasos nos lenhos das raízes de *S. adstringens*. Goulart e Marcati (2008) também observaram, no lenho de raiz e caule de *Lippia salviifolia*, muita variação entre os espécimes. Machado et al. (1997) e Psaras e Sofroniou (1999, 2004) encontraram vasos com maiores diâmetros nas raízes de *Styrax camporum* (Styracaceae), *Capparis spinosa* (Capparaceae) e *Phlomis fruticosa* (Labiatae), enquanto Cutler (1976) encontrou vasos mais estreitos nas raízes de *Acer pseudoplatanus* (Aceraceae).

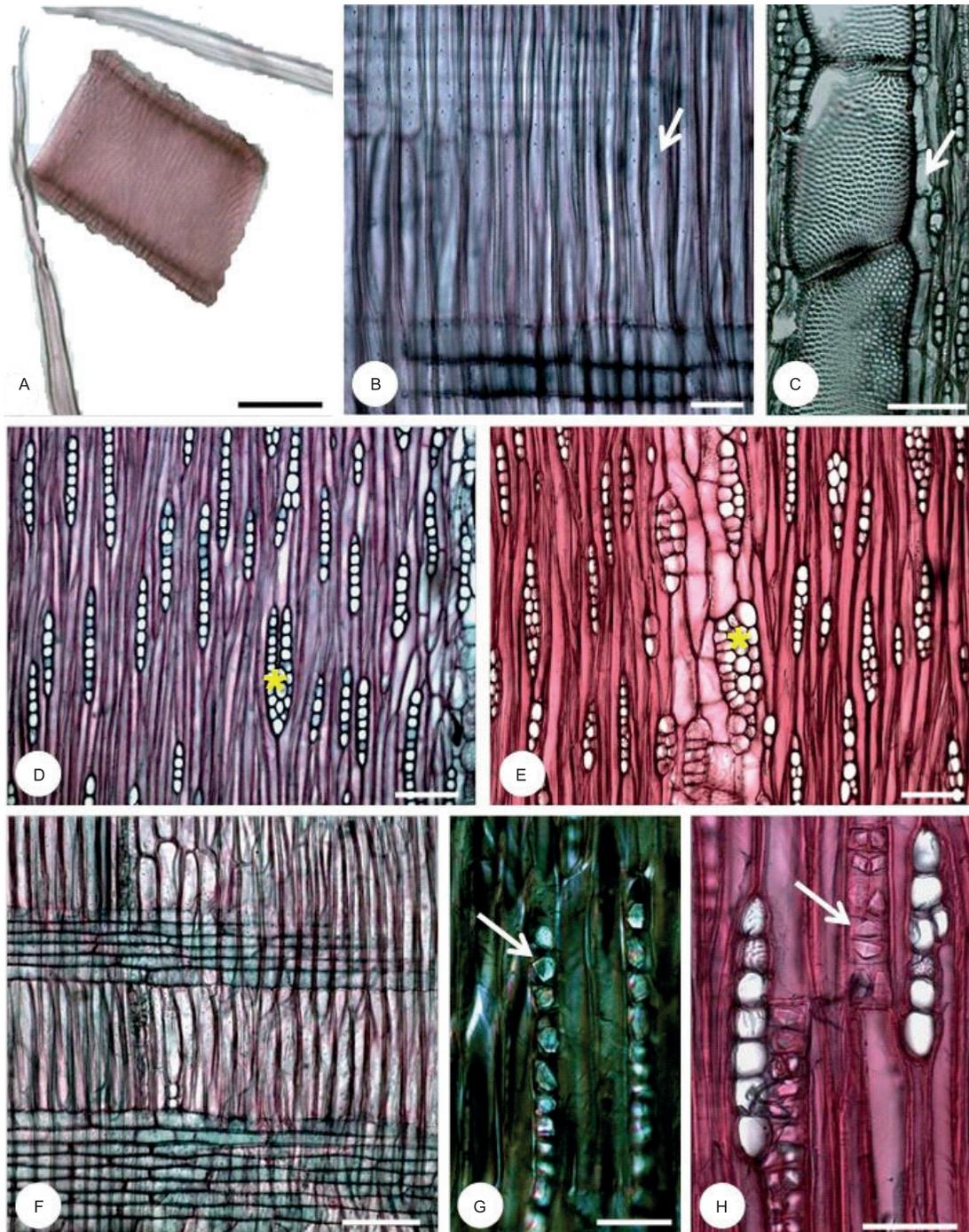


FIGURA 3 Lenho de raiz, tronco e galho de *Stryphnodendron adstringens*. A: elemento de vaso do lenho de raiz sem apêndice. B: secção longitudinal radial do lenho de tronco, mostrando fibras com pontoações diminutas (seta). C: secção longitudinal tangencial de tronco, mostrando séries parenquimáticas (seta). D e E: secção longitudinal tangencial do tronco e raiz, mostrando largura dos raios (*) e alturas (*). F: lenho de raiz, em secção longitudinal radial, mostrando o corpo do raio com células procumbentes e margem com células eretas e quadradas. G: cristais em câmaras nas fibras (seta). H: cristais nas células do parênquima axial (seta). Barra = 100µm (A, B, C, D e E). Barra = 50µm (F, G e H).

FIGURE 3 *Stryphnodendron adstringens* root, trunk and branch wood. A: vessel element of the root wood without appendix. B: longitudinal-radial section of the trunk wood, showing fibers with tiny pits (arrow). C: longitudinal-tangential section of trunk, showing parenchymatic series (arrow). D and E: longitudinal-tangential section of the trunk and root, showing rays in different heights (*) and widths (*). F: root wood, in longitudinal-radial section, showing the ray body with procumbent cells and margin with erect and square cells. G: crystals in chambers fibers (arrow). H: crystals in the axial parenchyma cells (arrow). Bar= 100 µm (A, B, C, D and E); Bar= 50 µm (F, G and H).

TABELA 2 Características quantitativas dos elementos celulares do lenho dos três espécimes de *Stryphnodendron adstringens*.
TABLE 2 Quantitative characteristics of wood cellular elements of the three specimens of *Stryphnodendron adstringens*.

Espécime	Órgão	Vasos			Fibras			Raios			Pontoações	
		Comp. (µm)	Diâm. (µm)	Freq. n ^o .mm ²	Comp. (µm)	Diâm. (µm)	Esp. parede (µm)	Freq. n ^o .mm ²	Largura (µm)	Altura (µm)	Intervascular (µm)	Raio-vascular (µm)
1	R	275	121	9	724	13	4	9	19	240	3,99	4,42
1	T	235	135	10	716	16	4	10	21	260	3,62	4,06
1	G	279	119	17	673	15	3	10	19	260	4,49	5,06
2	R	272	143	14	748	15	4	8	19	220	3,84	3,77
2	T	267	141	13	721	12	3	9	21	230	3,80	4,54
2	G	271	124	26	683	12	3	8	19	210	3,90	3,28
3	R	294	155	11	770	16	5	10	21	260	5,45	5,04
3	T	283	130	15	721	11	3	10	21	250	5,37	4,90

Comp. = comprimento; Diâm = dimetro; Freq = frequência; N^o = número; Esp. = espessura; Int. = intervasculares; R = raiz; T = tronco; G = galho.

TABELA 3 Análise quantitativa do lenho de raiz, tronco e galho de todos os espécimes de *Stryphnodendron adstringens*.
TABLE 3 Quantitative analysis of root, trunk and branch wood of all specimens of *Stryphnodendron adstringens*.

Características	Órgão	Média	Tukey 5%	CV%	
Vasos	Comprimento (µm)	Raiz	277	A	20,21
		Tronco	273	A	
		Galho	273	A	
	Diâmetro (µm)	Raiz	139	A	22,54
		Tronco	135	A	
		Galho	121	A	
	Frequência (mm ²)	Raiz	12	B	40,15
		Tronco	13	B	
		Galho	21	A	
Fibras	Comprimento (µm)	Raiz	749	A	14,86
		Tronco	723	A	
		Galho	679	A	
	Diâmetro (µm)	Raiz	15	A	22,17
		Tronco	13	A	
		Galho	14	A	
	Parede (µm)	Raiz	4	A	21,96
		Tronco	4	A	
		Galho	3	B	
Pontoações Intervasculares	Diâmetro (µm)	Raiz	4	A	21,80
		Tronco	4	A	
		Galho	4	A	
Pontoações Raio-vascular	Diâmetro (µm)	Raiz	4	A	22,24
		Tronco	4	A	
		Galho	4	A	
Raios	Altura (µm)	Raiz	230	A	11,69
		Tronco	250	A	
		Galho	230	A	
	Largura (µm)	Raiz	20	A	9,56
		Tronco	21	A	
		Galho	19	B	
	Frequência (mm)	Raiz	9	A	11,58
		Tronco	10	A	
		Galho	9	A	

Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de tukey a probabilidades de 0,05%.

A maior frequência de vasos no lenho foi observada no galho (Tabelas 2 e 3). Os resultados encontrados estão de acordo com os de Dias-Leme (1994), em seus estudos do lenho de raiz, caule e ramo de algumas espécies de Euphorbiaceae da Mata Atlântica, verificando maior frequência de vasos por mm², para os ramos, discordando com o que foi encontrado por Esemann-Quadros (2001), em seus estudos com *Clusia criuva* (Clusiaceae) de diferentes ambientes. Na literatura, existem poucos trabalhos que tratam da anatomia do ramo e os mesmos apresentam muitas controvérsias.

As fibras possuem pontoações diminutas, tanto nas paredes tangenciais quanto nas radiais, porém, nas paredes radiais, apresentam-se em maiores quantidades, tanto para a raiz, tronco e galho (Figura 3 B). As fibras apresentam paredes finas a espessas nos três órgãos (Figura 2 A, B e C) e foram registradas raríssimas fibras bifurcadas e observadas fibras com cristais em câmaras subdivididas, (Figura 3 G).

Quando analisado estatisticamente, houve diferença para espessura das paredes das fibras com todos os espécimes analisados, (Tabela 3), sendo que o galho apresentou a menor espessura e entre o tronco e a raiz, não houve diferença estatística. Quando analisados entre os espécimes, houve variação (Tabela 2). Para o comprimento das fibras, em todos os espécimes estudados, (Tabela 3) não houve diferença estatística entre os órgãos analisados. As fibras da raiz apresentaram tendências de maior comprimento. Chalk (1989) menciona em seus estudos, fibras mais longas na raiz, quando comparadas com as do caule em espécies de Fouquieriaceae. Nos estudos de Dias-Leme (1994), com anatomia do lenho de raiz, caule e ramo de espécies de Euphorbiaceae, foram verificados maior comprimento das fibras para os caules. Goulart (2012), em estudos do lenho de raiz e caule, verificou maiores comprimentos de fibras para o caule em *Aegiphila sellowiana* e maior espessura de parede da fibra para raiz.

Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico, às vezes confluyente pela proximidade dos poros, e raros aliformes, (Figura 2 A, B e C), composto por duas, até cinco células por série, (Figura 3 C). Observou-se parênquima axial com grãos de amido (Figura 2 D) e cristais em câmaras subdivididas (Figura 3 H).

Os raios são predominantemente unisseriados, podendo ocorrer também multisseriados, com até três células de largura. (Figura 3 D e E). O corpo dos raios é formado por células procumbentes (Figura 3F), e margens por células quadradas e eretas. Podem ser observados, também, raios homogêneos, formados apenas por células

procumbentes. Foram observados grãos de amido e cristais nas células do parênquima radial.

A presença de cristais no lenho das Leguminosas já foi observada em vários estudos, como os de Marcati et al. (2001), em lenho de *Copaifera langsdorffii*; Silva et al. (2009), em *Caesalpinia pyramidalis* e de Lima et al. (2009) para lenho de *Enterolobium contortisiliquum*, ocorrente em dois ambientes, na vegetação de Caatinga e Floresta Estacional Semidecídua. Segundo Lima et al. (2009), embora tenha sido evidente em todos os indivíduos examinados, houve predominância de cristais nos indivíduos dos ambientes mais secos. De acordo com Nakata (2003), os cristais podem funcionar como defesa contra a herbivoria e atuar na osmorregulação da planta.

Estatisticamente, os raios diferenciaram-se apenas em largura, quando analisados todos os espécimes. O galho apresentou a menor largura e entre a raiz e o tronco não houve diferença estatística, (Tabela 3). Quando comparados entre os espécimes, o tronco apresentaram maiores larguras (Tabela 2), o que não está de acordo com o relatado por Goulart (2012) e Goulart e Marcati (2008), que observaram raios mais largos nas raízes quando comparadas com o caule de *Lippia salvifolia* e *Aegiphila sellowiana*. A menor largura dos raios nas raízes, na espécie em estudo, pode ter ocorrido, pelo fato do solo da área de estudo, apresentar textura argilosa e, assim, armazenar maior quantidade de água, e as raízes do *S. adstringens* sofrem menos com a sazonalidade.

CONCLUSÕES

O lenho de *S. adstringens* apresenta camadas de crescimento distintas em todos os órgãos estudados, porém, na raiz, elas se apresentam menos demarcadas; vasos com placas de perfuração simples e pontoações guarnecidas, areoladas, alternas para todos os órgãos estudados; houve presença de cristais em células de parênquima radial, longitudinal e nas fibras em câmaras subdivididas, para o lenho de raiz, tronco e galho.

Quantitativamente, as características mais relevantes para *S. adstringens* foram: maior frequência de vasos para o lenho do galho; paredes das fibras com maiores espessuras no lenho de raiz e raios mais largos no lenho do tronco.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG; CNPq e ao programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira/UFLA.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.
- ALVES, E. A. **Curso introdutório à microscopia eletrônica de varredura**. Lavras: UFLA-FAEPE, 2006. 43 p. Apostila.
- ALVES, E. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species: I., growth rings and vessels. **IAWA Journal**, Utrecht, v. 21, n. 1, p. 3-30, 2000.
- ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; MILLER, R. B. Wood anatomy of the Brazilian species of *Swartzia* and considerations within the tribe Swartzieae. **IAWA Journal**, Utrecht, v. 23, n. 4, p. 359-390, 2002.
- BERLYN, G. P.; MIKSCH, J. P. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. Iowa: State University, 1976. 326 p.
- BROWN, C. L. Secondary growth. In: ZIMMERMANN, M. H.; BROWN, C. L. (Ed.). **Trees: structure and function**. New York: Springer, 1971. p. 67-123.
- CARLQUIST, S. **Comparative wood anatomy**: systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledons wood. Berlin: Springer Verlag, 2001. 448 p.
- CHALK, L. Fibres. In: METCALFE, C. R.; CHALK, L. (Ed.). **Anatomy of the dicotyledons**: wood structure and conclusion of the general introduction. 2nd ed. Oxford: Oxford University, 1989. v. 2, p. 28-38.
- COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **Descripción de características generales, macroscópicas y microscópicas de la madera Angiospermae Dicotiledóneas**. Caracas, 1974. 19 p.
- CORRÊA, P. C. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. 433 p.
- CUTLER, D. F. Variation in root wood anatomy. In: BAAS, P.; BOLTON, A. J.; CATLING, D. M. (Ed.). **Wood structure in biological and technological research**. Leiden: Leiden University, 1976. p. 143-156. (Botanical Series, 3).
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendência climática em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 1862-1866, 2007.
- DÉTIENNE, P.; JACQUET, P. **Atlas d'identification des bois de l' Amazonie et regions voisines**. Nogent-Sur-Marne: Centre Technique Forestier Tropical, 1983. 640 p.
- DÍAS-LEME, C. L. **Anatomia comparada do lenho do caule, raiz e ramo de algumas espécies de Euphorbiaceae da Mata Atlântica**. 1994. 70 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de método de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 17 p.
- ESEMANN-QUADROS, K. **Anatomia do lenho de *Clusia criuva* Camb. (Clusiaceae)**: órgãos, hábitos e ambientes. 2001. 132 p. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- EWERS, F. W.; CARLTON, M. R.; FISHER, J. B.; KOLB, K. J.; TYREE, M. P. Vessel diameters in roots versus stems of tropical lianas and other growth forms. **IAWA Journal**, Utrecht, v. 18, n. 1, p. 261-279, 1997.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de Análises Estatísticas**. Lavras: UFLA, 1999.
- FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature**, London, v. 155, p. 51-52, 1945.
- GASSON, P. E.; CUTLER, F. Root anatomy of 17 genera growing in the British Isles. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 11, n. 2, p. 3-36, 1990.
- GOULART, S. L. Anatomia comparada do lenho de raiz e caule de *Aegiphila sellowiana* Cham. (Verbenaceae). **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 595-606, 2012.
- GOULART, S. L.; MARCATI, C. R. Anatomia comparada do lenho em raiz e caule de *Lippia salvifolia* Cham. (Verbenaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 263-275, abr./jun. 2008.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 10, n. 1, p. 219-332, 1989.
- JANSEN, S.; BAAS, P.; GASSON, P.; LENS, F.; SMETS, E. Variation in xylem structure from tropics to tundra: evidence from vestured pits. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v. 101, n. 2, p. 8833-8837, Feb. 2004.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book, 1940. 523 p.
- KIRA, T. **Ecology of tropical Forest**. Tokyo: J. Shin, 1983. 251 p.
- LEBEDENKO, L. A. Comparative anatomical analysis of the mature wood of roots and stems of some wood plants. **Trudy Institute Lesa I Drevesiny Akademii Nauk**, Leningrad, v. 51, p. 124-134, 1962.
- LIMA, R. S.; OLIVEIRA, P. L.; RODRIGUES, L. R. Anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 361-374, abr./jun. 2009.

- MACHADO, S. R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; MORRETES, B. L. Comparative wood anatomy of root and stem in *Styrax camporum* (Styracaceae). **IAWA Journal**, Utrecht, v. 18, n. 1, p. 13-25, 1997.
- MARCATI, C. R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae) de floresta e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 311-320, maio/jun. 2001.
- MARCATI, C. R.; OLIVEIRA, J. S.; MACHADO, S. R. Growth rings in cerrado wood species: occurrence and anatomical markers. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 6, n. 3, p. 1-31, 2006.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Clarendon, 1950. v. 1, 1500 p.
- MONTEFUSCO, A. R. G. **Anatomia ecológica do lenho de *stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae), barbatimão, no parque estadual do cerrado, Jaguariáva-PR**. 2005. 118 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- NAKATA, P. A. Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plant. **Plant Science**, Shannon, v. 164, n. 6, p. 901-909, June 2003.
- PRAKASCH, N. Root wood anatomy of some tropical economic plants: notes from the Jodrell Laboratory. **Royal Botanic Gardens**, Colombo, v. 7, p. 1-19, 1972.
- PSARAS, G. K.; SOFRONIOU, I. Stem and root wood anatomy of the shrub *Phlomis fruticosa* (Labiatae). **IAWA Journal**, Utrecht, v. 25, n. 1, p. 71-77, 2004.
- PSARAS, G. K.; SOFRONIOU, I. Wood anatomy of *Capparis spinosa* from an ecological perspective. **IAWA Journal**, Utrecht, v. 20, n. 4, p. 419-429, 1999.
- RANJANI, K.; RISHNAMURTHY, K. V. A comparative study of root and stem woods of some members of the Mimosoideae (Leguminosae). **Journal of the Arnold Arboretum**, Cambridge, v. 68, n. 3, p. 349-355, July 1987.
- RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. São Paulo: EDUSP, 1976. 229 p.
- SILVA, L. B.; SANTOS, F. A. R.; GASSON, P.; CUTLER, D. Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 436-445, mar./abr. 2009.
- WHEELER, E. A.; BAAS, P. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 12, n. 1, p. 275-332, 1991.