

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS,
QUÍMICAS E DENSIDADE DO
BARBATIMÃO**

SELMA LOPES GOULART

2010

SELMA LOPES GOULART

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS, QUÍMICAS E DENSIDADE
DO BARBATIMÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, área de concentração em Processamento e Utilização da Madeira, para a obtenção do título de “Doutora”.

Orientador
Prof. Fábio Akira Mori

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Goulart, Selma Lopes.

Características anatômicas, químicas e densidade do Barbatimão
/ Selma Lopes Goulart. – Lavras: UFLA, 2010.

118 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Fábio Akira Mori.

Bibliografia.

1. *Stryphnodendron adstringens*. 2. Anatomia. 3. Folha. 4.
Casca. 5. Madeira. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 674.1

SELMA LOPES GOULART

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS, QUÍMICAS E DENSIDADE DO
BARBATIMÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira,
área de concentração em Processamento e
Utilização da Madeira, para a obtenção do título de
“Doutora”.

APROVADA em 9 de abril de 2010

Prof. Lourival Marin Mendes	UFLA
Prof. Evaristo Mauro de Castro	UFLA
Prof. Daniel Melo de Castro	UFLA
Prof. José Reinaldo Moreira da Silva	UFLA
Profa. Ana Marcia Macedo Ladeira Carvalho	UFV

Prof. Fábio Akira Mori
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS –BRASIL

Agradeço a Deus, Jesus e Maria, pela vida, saúde e força na realização deste trabalho. A minha mãe, Dinha; meu pai, Pedro, meus irmãos e sobrinhos.

À amiga Bel e ao professor Flávio Botrel Vicentini,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Setor de Ciência e Tecnologia da Madeira da Universidade Federal de Lavras (UFLA); à FAPEMIG, pelo apoio financeiro e pela oportunidade de realização do doutorado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fábio Akira Mori, pela orientação, incentivo e motivação. Ao meu coorientador, Prof. Dr. Lourival Marin Mendes. Ao Prof. Dr. Paulo Fernando Trugilho, pelos conselhos, incentivo financeiro, conhecimentos transmitidos. Aos demais professores: Prof. Dr. Tarcísio, que um dia sorri para gente, no outro fica bravo; Zé Reinaldo e suas brincadeiras e ao professor Rosado, com suas piadas, sempre nos fazendo dar altas risadas. O Alfredo, com ele é só riqueza, cadê os vinhos?

A Cris, que sempre nos diz: “entãoooo! vou ver amanhã, você me lembra”. A Rose, pelas orientações com a papelada. A Chica Bão, que mora no nosso coração. Heber, sempre arrumando um jeitinho de nos ajudar. O Claret, cuidado com as vidrarias, não quebre. Seu Zé Fazenda com seu cafezinho gostoso. Seu Vico, sempre pronto para uma conversa amiga. Aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira: Renato, o negócio é delegar as funções; Paulo Hein, o importante é o fator de impacto; Edi, temos que perguntar para o mestre; Marisinha e os apertos nas estatísticas; Marina, o melhor é não írmos para a rua juntas, haja dimdim; Alessandra, cortamos tudo, coitado do barbatimão; Natalie, braço direto, muitas extrações e reações; Ravi, Vitor, Mário, galera da iniciação científica, dando também uma força. Zé Benedito, quanta ajuda na disciplina de estatística e também nas análises estatísticas dos dados. Simone, Neci, Meire e Vássia, cada uma, da sua maneira, fazendo acontecer. Claudinéia, minha conselheira para todos os assuntos, obrigada.

Ao Xuxu (Iedo), com o tema: sucesso pouco é bobagem. Goulart. Vitor Moutinho, oi moça. Alan, nunca consegue falar não, ajuda todo mundo. Tiago, Vânia, Lina, Vanessa, Stela, Erica, Edsom, Luana, Rafael, Petusk, Petresk, Sergio o doutor de fibras, Fran, Cassiana, Tati, Natalia Pernambucana, Gabi, Carlos Rogério, Rogério, Renata Renzo, Raiana, Clésio, Livia Lora, Livia Morena e todo mundo da Tecnologia da Madeira.

Ao Departamento de Biologia, que nos recebeu de braços abertos para as análises anatômicas das folhas do barbatimão. Ao professor Evaristo e ao Jessé, pela contribuição e amizade, e a Cíntia, pelas dicas nas análises.

Agradeço também a Elo e o Douglas da microscopia eletrônica, pelas orientações nas análises das folhas e madeira do barbatimão.

À república curva di Rio: Renatinha, que já está longe; Natalie, que também já se foi. Aline, Amanda, Anani, Marcell, Stela. Mirian e Bel, que também já se mudaram. A todas da Curva Di Rio, o meu grande abraço e já com muitas saudades.

A minha família: meu pai, seu Pedro Goulart; minha mãe, dona Dinha; meus irmãos, Marcelo, Silvia, Águida e Magno. Aos meus sobrinhos Vitor, Carlos, Ana Livia, Mariana, Paola e o Pedro. Amo vocês.

Aos meus amigos que estão longe, mas que estão sempre dando uma força: Fernando, Gustavo, Núria, Flato, Pêre, Anita, Fernanda, Alan, professor Macximo Leite e professor Otoboni. Em especial a minha amiga irmã Bel. Agradeço também de coração ao Professor Flávio Botrel Vicentini, por ter acreditado em mim em uma época em que eu retornava aos estudos. Valeu, Flávio. Foram importantes os seus conselhos e as suas conversas para chegar a este título.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Selma Lopes Goulart, Filha de Pedro Goulart e Josina Penha de Jesus Goulart, nasceu em 5 de novembro de 1972, em Três Pontas, MG. Morou no Sítio Jaraguiaia até os 20 anos. Aos sete anos iniciou seus estudos em uma escola rural de primeira a quarta série, tendo aos dez anos, terminado a quarta série do ensino fundamental. Dos 10 aos 16 anos não pode estudar pelo fato de não haver uma escola por perto. Em 1989, já com 16 anos, voltou aos estudos em uma escola modelo de Três Pontas, Escola Municipal Professor José Vieira de Mendonça, localizada na fazenda Figueira, onde conheceu algumas pessoas que até hoje são exemplos de seres que realmente são humanos. Em 1992, já com vinte anos, concluiu a oitava série. Em 1993 iniciou o segundo grau técnico na Escola Agrotécnica Federal de Machado. No final de 1995 terminou o curso Técnico em Agropecuária, época em que ouviu de muitos: “Ah! Você é uma ‘tequinha’ em agropecuária. Nessa época sentiu que precisava estudar muito ainda, pois, afinal, não queria ser somente uma “tecnicazinha em agropecuária”. Sendo assim, em 1996 começou o curso de agronomia também na cidade de Machado - MG. Em 31 de maio de 1996 desistiu de cursar agronomia, por não ter apoio e também por problemas financeiros. Em meados de junho de 1996 começou a trabalhar em uma fábrica de tênis (CAMBUCI), localizada também em Machado. Em 1997, começou cursar Biologia na (FAFIMA) Machado, um curso noturno e também a trabalhar como laboratorista na escola de Agronomia de Machado. No final do ano 2000 tornou-se bióloga. Agora não mais uma “tecnicazinha”, passou a ser chamada de biologazinha, para muitos. Em 2001 mudou-se para Lavras - MG, onde trabalhou primeiramente como secretária da Associação Atlética do Banco do Brasil e, posteriormente, como laboratorista no Unilavras, época em que se especializou em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Florestais pela Universidade Federal de Lavras. Ao final de 2002

mudou-se para o interior de São Paulo, onde o filho chora e a mãe não vê. Em dezembro de 2003 foi aprovada no mestrado em Ciências Biológicas (A/C Botânica), na Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Botucatu, com início em 2004. Em 28 de junho de 2006, tornou-se Mestre. Em 14 de agosto de 2006 volta para Minas Gerais. Dezembro de 2006 foi aprovada na seleção do doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira da Universidade Federal de Lavras, obtendo o título de Doutora com a defesa da presente tese.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
ABSTRACT GENERAL	ii
CAPÍTULO 1.....	1
1 Introdução geral	1
2 Referencial teórico.....	5
2.1 O Cerrado.....	5
2.2 Generalidades sobre a Família Fabaceae	6
2.3 A subfamília Mimosoideae	7
2.4 O gênero e a espécie <i>Stryphnodendron adstringens</i>	8
2.5 Caracterização botânica	9
2.6 A importância econômica e a ocorrência do <i>Stryphnodendron adstringens</i> (barbatimão).....	11
2.7 Estudos anatômicos em folha	14
2.8 Estudos anatômicos em casca	16
2.9 Estudos anatômicos comparados do lenho de raiz, tronco e galho.....	17
2.10 Estudos químicos e físicos em madeira	19
3 Referências bibliográficas.....	22
CAPÍTULO 2: Caracterização anatômica e localização de taninos em foliólulos e cascas de barbatimão [<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville].....	33
1 Resumo	33
2 Abstract.....	34
4 Material e métodos.....	39
4.1 A área de estudo.....	39
4.2 Caracterização do solo	39
4.3 Coletas de folhas e cascas para análise anatômicas e testes histoquímicos ..	39
5 Resultados e discussão.....	42
5.1 Anatomia dos foliólulos.....	44
5.2 Estudo da casca.....	51
6 Conclusão	55
7 Referências bibliográficas.....	56
CAPÍTULO 3: Anatomia comparada do lenho de raiz, tronco e galho de barbatimão [<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville]	63
1 Resumo	63
2 Abstract.....	65
3 Introdução	66
4 Material e métodos.....	69
4.1 A área de coleta	69
4.2 Caracterização do solo	69
4.3 Coleta e preparo do lenho	69

4.4 Estudos anatômicos do lenho da raiz, tronco e galho	72
5 Resultados.....	73
5.1 Análise de solo.....	73
6 Discussão	84
7 Conclusão	91
8 Referências bibliográficas.....	92
CAPÍTULO 4: Análises químicas e densidade básica da madeira de raiz, fuste e galho de barbatimão [(<i>Stryphnodendron adstringens</i>) Coville] de bioma cerrado	
1 Resumo	97
2 Abstract.....	98
3 Introdução	99
4 Material e métodos.....	104
4.1 Área de estudo e coleta do material	104
4.2 Preparo do material para análises físicas e químicas	106
4.3 Análises químicas	106
4.4 Análises físicas	107
4.5 Análises estatísticas	107
5 Resultados e discussão.....	108
5.1 Caracterização química.....	108
5.2 Análise física	111
6 Conclusões.....	114
7 Referências bibliográficas.....	115

RESUMO GERAL

GOULART, Selma Lopes. **Características anatômicas, químicas e densidade do barbatimão**. 2010. 118 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Stryphnodendron adstringens (barbatimão), espécie nativa do cerrado brasileiro, pertencente à família Fabaceae e subfamília Mimosoideae, conhecida por suas propriedades adstringentes e medicinais. O trabalho foi realizado com os objetivos de: a) avaliar as estruturas anatômicas dos foliólulos, localizar, por meio de teste histoquímicos, os taninos nas células dos foliólulos e cascas de *S. adstringens* e identificar os lipídios em suas células foliares; b) avaliar as estruturas anatômicas da madeira de raiz, tronco e galho de *S. adstringens*, c) coletar informações sobre a constituição química e a densidade básica da madeira de raiz, fuste e galho de *S. adstringens*. A área de estudo é um fragmento de cerrado localizado no município de Lavras, MG. Nos estudos anatômicos dos foliólulos, casca e da madeira, nas análises químicas e da densidade básica da madeira foram utilizados três espécimes de *S. adstringens*, com idade entre 20 a 30 anos, utilizando-se técnicas e normas recomendadas para cada tipo de análises. Com os resultados obtidos pode-se concluir que: nos foliólulos, os taninos são encontrados tanto na epiderme da face adaxial quanto na face abaxial e também nos parênquimas paliçádicos e lacunosos; nas cascas observaram-se taninos na região do córtex; para as características anatômicas da madeira observaram-se camadas de crescimento distintas para todos os órgãos estudados, porém, na raiz encontram-se menos desmarcadas; porosidade difusa; pontoações intervasculares e raios vasculares areolados, alternas e com guarnições; parênquima paratraqueal vasicêntrico e, às vezes, confluyente, pela proximidade dos poros e raros parênquima aliforme, observado tanto em raiz quanto em tronco e galho. Quantitativamente, houve variação para frequências de vasos, paredes das fibras e largura dos raios. Quimicamente, verificaram-se, na madeira, tendências de incremento dos teores de holocelulose no sentido da raiz para o fuste e galho. O contrário aconteceu com o teor de lignina e extrativos. O teor de cinzas teve seu menor valor no fuste em relação à raiz e ao galho. Na densidade básica da madeira da raiz, fuste e galho, não se diferenciaram estatisticamente.

Palavras chaves: *Stryphnodendron adstringens*, anatomia, folha, casca, madeira.

* Comitê Orientador: Fábio Akira Mori – UFLA (Orientador) e Lourival Marin Mendes – UFLA.

ABSTRACT GENERAL

GOULART, Selma Lopes. **Anatomical, chemical and density barbatimão**. 2010. 118 p. Thesis (Doctors in Wood Science and Technology) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Stryphnodendron adstringens (barbatimão), a species native to Brazilian cerrado (savannah-like vegetation) belonging to the family Fabaceae and subfamily Mimosoideae, known by its astringent and medicinal properties. The work was conducted with the purposes of : a) evaluating the anatomic structures, localizing by means of histochemical tests, tannins in the cells of the leaves and barks of *S. adstringens* (barbatimão) and identifying the starches and lipids in their leaf cells; b) evaluating the anatomic structures of the wood of root, trunk and branch of *S. adstringens*, with the likely adaptations to the wet environment of the cerrado; c) collecting information about the chemical constitution and the basic density of the wood of root, stem and branch of *S. adstringens*. The area of study is a cerrado patch situated in the town of Lavras, MG. In the anatomic studies of the leaves, bark and wood, in the chemical analyses and basic density of wood, three specimens of *S. adstringens* aged between 20 and 30 years were utilized by using techniques and tenets recommended for each type of analyses. From the results obtained one can conclude that: in the leaves, tannins are found both in the adaxial epidermis and in the abaxial epidermis and also in the palisade and lacunary parenchymas; in the barks were found tannins in the region of the cortex; for the anatomic features of wood, distinct growth layer were found for all the studied organs, but, in the root, they were less clear-cut; diffuse porosity; intervacular pits and bordered vascular rays , alternate ones and with guarnições; paratracheal vasicentric parenchyma and, sometimes, confluent, because of the closeness of the pores and rare aliform parenchyma, found both in root and in trunk and branch, but, in the branch it is more marked. Quantitatively, there was a variation for frequencies of vessels, walls of the fibers and breadth of the rays. Chemically, trends of increase of the holocellulose contents in the direction of the root to the stem and branch were found. The opposite occurred with the content of lignin and extractives. Ash content had its lowest value on the stem relative to the root and branch. In the basic density of the wood of root, stem and branch, they were statically distinguished.

Key words: *Stryphnodendron adstringens*, anatomy, dry leaf, bark, wood.

* Guidance Committee: Fábio Akira Mori – UFLA (Major professor) and Lourival Marin Mendes – UFLA.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Estado de Minas Gerais apresenta riquezas de formações vegetais das mais destacadas do Brasil, devido às suas diversas condições geológicas, topográficas e climáticas (Mello-Barreto, 1942). As formações florísticas do estado são bastante heterogêneas. Além disso, apresenta vasta superfície de clima; diversidade de relevos, recursos hídricos e características do solo, que garantem paisagens diferenciadas, com ambientes específicos e rica cobertura vegetal, as quais dividem-se em três biomas: o Cerrado, que cobre 60%; a Mata Atlântica (32%) e a Caatinga (8%) (Drummond et al., 2005).

O cerrado é muito rico, floristicamente, devido à sua grande extensão e heterogeneidade vegetal (Klink, 1996). Em virtude da grande biodiversidade, existe carência de informações fisiológicas, ecológicas, florísticas e fitossociológicas de suas espécies e, em algumas áreas, ainda não foram feitas coletas botânicas (Felfili et al., 1992). Este é um dos biomas mais ricos do planeta (Franco, 2002), com cerca de 7 mil espécies de plantas, muitas delas comestíveis, medicinais e ornamentais, sendo algumas fornecedoras de madeiras e matérias-primas para as indústrias.

O *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) é um exemplo de espécie típica do cerrado com grande potencial econômico, tanto na área farmacêutica como na indústria de curtimento de couro, em decorrência da grande quantidade de taninos produzidos em suas cascas, de até 40% (Rizzini & Mors 1976). Felfili & Borges Filho (2004) demonstram a viabilidade de extrair as cascas do barbatimão de forma bastante racional nas árvores vivas, permitindo que, após alguns anos, essas cascas se formem novamente (regeneração natural). Pode-se,

assim, obter um ciclo contínuo na obtenção das cascas de barbatimão, bem como na domesticação da espécie, por meio de plantios e sistemas de manejo.

Segundo Almeida et al. (2008) e Goulart et al. (2008), as folhas de *S. adstringens* também têm grande quantidade de taninos, em torno de 27% a 32%. Esses taninos, das folhas e cascas, são capazes de reagir com o formaldeído, o que torna possível que seja utilizado para a produção de adesivo natural para madeira.

Estudos que tratam da anatomia e da localização de taninos em casca de espécies de cerrado, principalmente a casca de *S. Adstringens* são escassos. Assim, há a necessidade de mais estudos referentes à casca, para melhor entendimento da sua estrutura e adaptação ao ambiente e também para melhor utilização da casca de *S. adstringens*, pela sua grande quantidade de taninos.

Observamos que as folhas de *S. Adstringens* têm alta capacidade regenerativa, mais rápida que a regeneração da casca, a qual, leva em torno de quatro anos. Sendo assim, a espécie em estudo apresenta grande possibilidade de extração de taninos de suas folhas, sem causar maiores danos à planta. Estudos anatômicos e histoquímicos em folhas de barbatimão são importantes para localizar os taninos nas células, facilitando a compreensão das adaptações e das evoluções ecológicas ocorridas ao longo do tempo, e o conhecimento de suas estruturas químicas para uso de seus compostos, como os fenólicos (taninos).

Estudos anatômicos da madeira comparados entre raiz e caule, para *S. Adstringens*, não foram encontrados na literatura. Existem, sim, vários estudos anatômicos relacionados à madeira, porém, os mesmos têm sido realizados preferencialmente sobre caules, sendo poucos os que tratam do lenho de raízes. O provável motivo para esta situação é a dificuldade na coleta das raízes e por se admitir que o lenho da raiz seja similar ao do caule (Prakasch, 1972; Cutler, 1976) e, com isso, uma escassez desses tipos de estudos. Porém, estudos comparados são de grande valor, pois conhecer as variações estruturais entre os

lenhos de raiz e caule é necessário para o entendimento das adaptações ecológicas das espécies (Machado et al., 1997), principalmente quando se trata de cerrado brasileiro, cuja região é alvo de menos trabalhos dessa natureza.

Estudos físicos e químicos da madeira para espécies nativas são poucos, mas os que existem são de grande importância, uma vez que a densidade da madeira, relacionando-se com outras de suas propriedades, indicará a sua utilização (Panschin & Zeeuw, 1980). Por exemplo, madeira de maior densidade corresponde, em geral, a uma maior resistência. Já os estudos químicos da madeira, além de fornecerem dados para subsidiar o seu uso, geram relações entre famílias botânicas e o estabelecimento de afinidades entre espécies ou grupos específicos (Metcalf & Chalk, 1983).

Tendo em vista a grande diversidade de espécies encontrada no cerrado brasileiro, o conhecimento da estrutura interna de *S. Adstringens* (barbatimão) é de grande importância no entendimento das funções de cada órgão da planta. Estudos mostram que diferentes condições ambientais influenciam diretamente a sua estrutura anatômica, tanto na folha quanto na casca e no lenho. Segundo Tuner (2001), altos teores de compostos fenólicos nas folhas de plantas do cerrado podem estar relacionados à alta luminosidade, solos com deficiência em nutrientes e falta de água.

O estado de Minas Gerais ainda possui áreas com grandes quantidades de árvores de *S. Adstringens*, o que torna possível a extração de taninos de suas cascas e folhas de forma racional, bem como uma futura domesticação da espécie. Essas cascas e folhas poderiam servir de fontes de taninos condensados para a produção de um adesivo termofixo, em substituição ao adesivo comercial sintético fenol-formaldeído ou, mesmo, para o uso na indústria de curtimento de couro, produção de taninos para a despoluição de água em estação de tratamento e outros usos como na área farmacêutica, medicina, produção de tinta para escrever e tingimentos em geral. Dessa forma, a atividade pode promover

desenvolvimento social, gerando empregos diretos e indiretos na região em que se desenvolve.

Este trabalho foi realizado com os seguintes objetivos: caracterizar anatomicamente os foliólulos de *S. adstringens* (barbatimão). Localizar, por meio de testes histoquímicos, as células produtoras de taninos, em foliólulos e cascas da espécie. Verificar a presença de cristais e lipídeos nas células dos foliólulos; diagnosticar possíveis diferenças estruturais da madeira de raiz, tronco e galho e correlacionar as características anatômicas estruturais da raiz, tronco e galho com as prováveis adaptações ecológicas da espécie; coletar informações sobre a constituição química e densidade básica da madeira de raiz, fuste e galho de *S.adstringens*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Cerrado

Muito rico, floristicamente, o Cerrado destaca-se pela biodiversidade, devido à sua grande extensão e heterogeneidade vegetal (Alho & Martins, 1995; Klink, 1996). Esse ecossistema chega a abranger entre 20% e 25% do território nacional (Joly, 1970; Ratter et al., 1997) e é formado por um mosaico de diferentes tipos de vegetação que refletem a biodiversidade de climas, solos e topografia, estendendo-se de 5° a 20° de latitude Sul e de 45° a 60° de longitude Oeste (Resende et al., 1995). Quanto ao clima, tem duas estações distintas: seca, que varia de quatro a sete meses e a úmida. A distribuição pluviométrica varia de 800 a 2.000 mm (Castro et al., 1991).

Em virtude da biodiversidade do cerrado, existe carência de informações fisiológicas, ecológicas, florísticas e fitossociológicas acerca de suas espécies vegetais. Em algumas áreas, sequer foram feitas coletas de material botânico (Felfili et al., 1992). Esse bioma vem sofrendo grande devastação nas últimas décadas, tanto pela pecuária quanto pela agricultura extensiva (Franco, 2002), o que torna esses estudos de fundamental importância.

Somente 2,2% do bioma estão legalmente protegidos e estimativas indicam que pelo menos 20% das espécies endêmicas ameaçadas permaneçam fora dos parques e reservas existentes (Machado et al., 2004, citados por Klink & Machado, 2005). Segundo Ratter et al. (1997), o Cerrado é um dos biomas mais ameaçados pelo avanço das atividades agropecuárias.

Dados da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (2003) indicam que a devastação da vegetação natural do cerrado, consequência da intensificação dos programas federais de expansão das fronteiras agrícolas, já aniquilou grande parte da cobertura vegetal desse bioma: cerca de 55% do cerrado foram desmatados. No Triângulo Mineiro, restam

apenas 2,4% da vegetação natural e, em algumas das outras dez regiões analisadas por pesquisadores da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), o cerrado praticamente desapareceu, como no Vale do Jequitinhonha, onde restam 0,09% e, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, 0,77%. Neste trabalho, observou-se, ainda, que, em todo o estado, os remanescentes de cerrado não passam de um décimo do que já existiu (FAPESP, 2003). Durante o período de 1978 a 1988, o desmatamento médio no Cerrado foi de 40.000 km² por ano (Klink & Moreira, 2002).

Atualmente, o cerrado é uma das 25 áreas críticas (*hotspots*) para a biodiversidade no mundo. Isso significa que este bioma figura entre as regiões do mundo com a biodiversidade mais ameaçada de extinção (Klink & Machado, 2005). Com rica variabilidade de espécies e um patrimônio genético indiscutível (Ratter et al., 1997), trata-se de um dos biomas mais ricos do planeta, com cerca de 7 mil espécies de plantas (Mendonça et al., 1998; Felfili & Felfili, 2001). Destas, 2.000 espécies são arbóreas e 5.250 são herbáceas e ou subarbustivas (Castro et al., 1999). Muitas dessas plantas são potencialmente comestíveis, medicinais, ornamentais e fornecem madeira e outras matérias-primas para a indústria (Matteucci et al., 2003).

2.2 Generalidades sobre a Família Fabaceae

Stryphnodendron adstringens (Mart) Coville é uma espécie pertencente à família Fabaceae e à subfamília Mimosoideae. A família Fabaceae é uma das maiores, conhecida como leguminosa, de ampla distribuição geográfica, com, aproximadamente, 18.000 espécies e 650 gêneros, distribuídos em três subfamílias bastante diferentes entre si, que são a Caesalpinioideae (ou Caesalpinaceae), a Mimosoideae (ou Mimosaceae) e a Faboideae (ou Papilionoideae) (Barroso, 1991). Distribui-se especialmente em regiões tropicais e subtropicais, sendo encontrada com grande frequência em regiões temperadas,

ocupando grande diversidade de hábitat (Joly, 2002; Judd et al., 2002). Na maioria dos ecossistemas naturais brasileiros, a família Fabaceae está incluída entre as principais famílias (Lorenzi & Souza, 2005). Na Amazônia, é a que tem maior número de espécies arbóreas da Reserva Duk (Ribeiro et al., 1999). É a maior família de Angiosperma, depois de Asteraceae e Orchidaceae. Segundo Agares et al. (1994), nessa família encontram-se plantas de interesse em quase todos os campos de aplicação. De acordo com Judd et al. (2002), é a segunda em importância econômica, sendo precedida apenas pelas Poaceae (Gramineae).

Uma de suas características é apresentar fruto do tipo legume, conhecido como vagem, porém, há exceções. Quase todas as espécies apresentam simbiose de suas raízes com as bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam o nitrogênio da atmosfera, uma característica ecológica de extrema importância.

A família Fabaceae inclui ervas, arbustos, árvores e lianas, com folhas alternas, muito raramente opostas, geralmente compostas com estípulas, às vezes transformadas em espinhos, frequentemente com nectários extraflorais (Joly, 2002; Lorenzi & Souza, 2005).

2.3 A subfamília Mimosoideae

A subfamília Mimosoideae é a menor dentre as subfamílias da Fabaceae, com cerca de 40 a 60 gêneros (Joly, 1975; Barroso, 1984), abrangendo, aproximadamente, 2.800 espécies, distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais (Barroso, 1984). São plantas subarborescentes, arbustivas ou arbóreas, de folhas frequentemente duplamente bipinadas, frutos secos tipo legume, indeiscentes (Joly, 1975). O autor comenta, ainda, que, dos gêneros encontrados no Brasil, destacam-se: *Mimosa* (bracatinga, jurema, sabiá), *Calliandra* (esponjinha, inga) e *Piptadenia* (angico). Segundo Joly (1975), dentre os gêneros cultivados, destacam-se várias espécies de *Acacia*, introduzidas principalmente da África, como acácia-negra e acácia-mimosa. A acácia-negra

contém substâncias tânicas utilizadas nos curtumes para a produção de adesivos. Dentre os gêneros brasileiros de maior utilidade, destacam-se o *Piptadenia* (angico, jacaré) para madeira destinada para vários fins; *Enrelobium* (tamboril), com seus tipos de frutos; *Inga* (ingá), utilizado para o sombreamento na cultura do café e produção de frutos comestíveis e plantas do gênero *Stryphnodendron*, o barbatimão, também utilizadas para curtumes.

2.4 O gênero e a espécie *Stryphnodendron adstringens*

O gênero *Stryphnodendron* é praticamente exclusivo da América do Sul, tendo sido identificadas 25 espécies, todas encontradas no Brasil (Almeida et al., 1998).

Segundo Panizza et al. (1998), o nome *Stryphnodendron* vem do grego *Stryphnos*, que significa duro e *Dendron*, que significa árvore, referindo-se à dureza do lenho das espécies que fornecem madeira para a construção civil. O epíteto *adstringens*, que significa adstringente, está relacionado com a produção de taninos da planta (Silva Júnior, 2005). Segundo Martins (1981), as plantas do gênero *Stryphnodendron* apresentam-se nas formas subarborescentes, arbustivas ou arbóreas, possuem tronco com cascas que se soltam facilmente e a parte interna do cerne vermelha e rígida.

Stryphnodendron adstringens é conhecida popularmente como barbatimão e apresenta distribuição geográfica ampla (Felfili et al., 1999). Possui propriedades terapêuticas que estão relacionadas aos teores de taninos presentes na casca da espécie, sendo utilizada como cicatrizante, adstringente e anti-hemorrágico, dentre outras aplicações (Pallazzo-de-Melo et al., 1996; Lima et al., 1998). É conhecida por nomes que variam de acordo com a região em que se encontra, como barbatimão, barbatimão-verdadeiro, barbatimão-vermelho, árvore-da-virgindade, aperta-mulher, casca-da-mocidade, casca-da-virgindade,

conserta-velha e chorãozinho roxo (Lorenzi, 1992; Almeida et al., 1998; Brandão et al., 2002; Lorenzi & Matos, 2002).

2.5 Caracterização botânica

Stryphnodendron adstringens (barbatimão) é uma árvore de pequeno porte, com altura entre 2 a 8 metros, tronco de 20 a 30 cm de diâmetro, fuste retilíneo até determinada altura, com caule e ramos de forma um pouco tortuosa (Figura 1-A), casca grossa, rugosa e rígida que se solta facilmente, com parte interna de coloração avermelhada (Figura 1-B) (Almeida et al., 1998; Lorenzi, 1998).

Suas folhas são alternas, compostas por folíolos aos pares (Figura 1-C) e de forma arredondada a ovalada, com 12 a 16 folíolos (Felfili & Borges Filho, 2004). No período de floração, brotam pequenas flores creme-esverdeadas, dispostas em pequenas inflorescências com formato de espiga (Figura 1-D). Seus frutos são do tipo vagens secas e lenhosas, cilíndricas, de cor marrom quando maduros (Figura 1, E - F), com 8 a 10 cm de comprimento (Almeida et al., 1998; Felfili & Borges Filho, 2004). De acordo com Felfili & Borges Filho (2004), esta espécie é perenifólia; a brotação e o desenvolvimento de folhas novas são intensos no início do período chuvoso, de outubro a abril; a floração ocorre no período de maio a setembro. A maturação dos frutos, normalmente, ocorre no final da estação seca, entre agosto e setembro, havendo, assim, aumento da probabilidade de germinação e de crescimento das plântulas.



FIGURA 1 Características morfológicas de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão). A. Caule e ramos de forma um pouco tortuosa. B. Casca crua com parte interna de coloração avermelhada. C. Folha alterna, recomposta por foliólulos aos pares, de forma arredonda a ovalada. D. Flores do tipo inflorescência, creme esverdeada em forma de espiga. E-F. Frutos do tipo vagens. Foto: Selma L. Goulart, 2008.

2.6 A importância econômica e a ocorrência do *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão)

S. adstringens é uma espécie medicinal que apresenta propriedades adstringentes (Almeida et al., 1998). Segundo 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 na planta.

Segundo Rizzini & Mors (1976), devido aos altos teores de taninos, a planta é também empregada na fabricação de tinta para escrever e nas indústrias de couro e farmacêutica. É muito utilizada pela população, desde a antiguidade e pelos índios, que a chamavam de *ybá timbó*, que significa planta que aperta. Suas cascas são extraídas de forma totalmente extrativista e extensivamente utilizadas na medicina popular para tratamento de diarreia, problemas ginecológicos, como cicatrizantes de feridas e também como fonte de taninos no curtume de couro e peles para as comunidades locais (Filfili & Borges Filho, 2004).

A espécie é típica de vegetação de cerrado e apresenta ampla distribuição geográfica no país (Almeida et al., 1998; Lorenzi, 1998) (Figura 2). No centro-oeste, ocorre nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Tocantins; no nordeste; em Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco e Piauí; no norte, ocorre no Pará e, no sudeste, em Minas Gerais e em São Paulo.

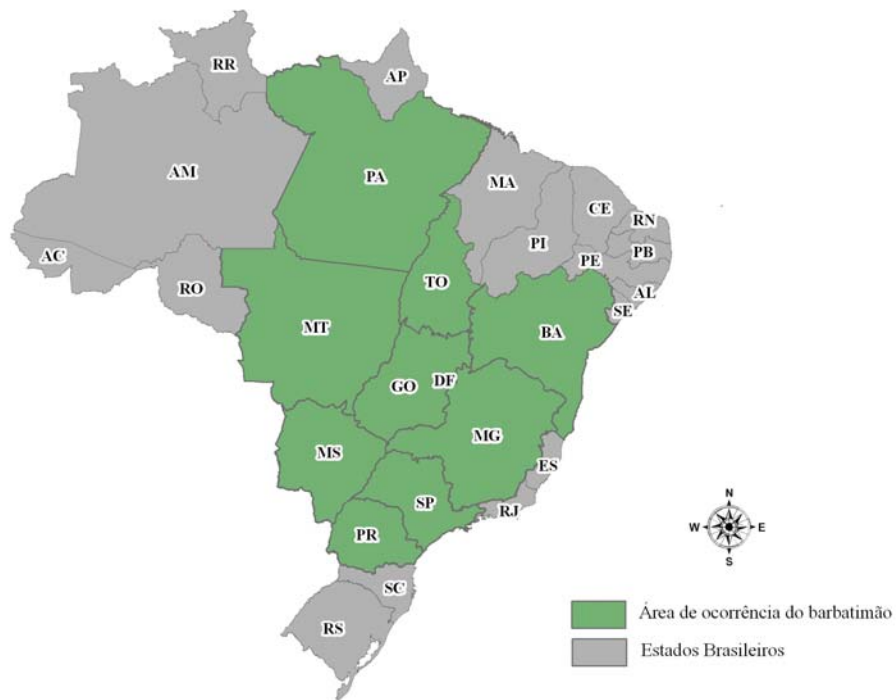


FIGURA 2 Mapa de ocorrência de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) no Brasil.

No Estado de Minas Gerais, o *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) está presente em várias regiões, como se observa no mapa da Figura 3.

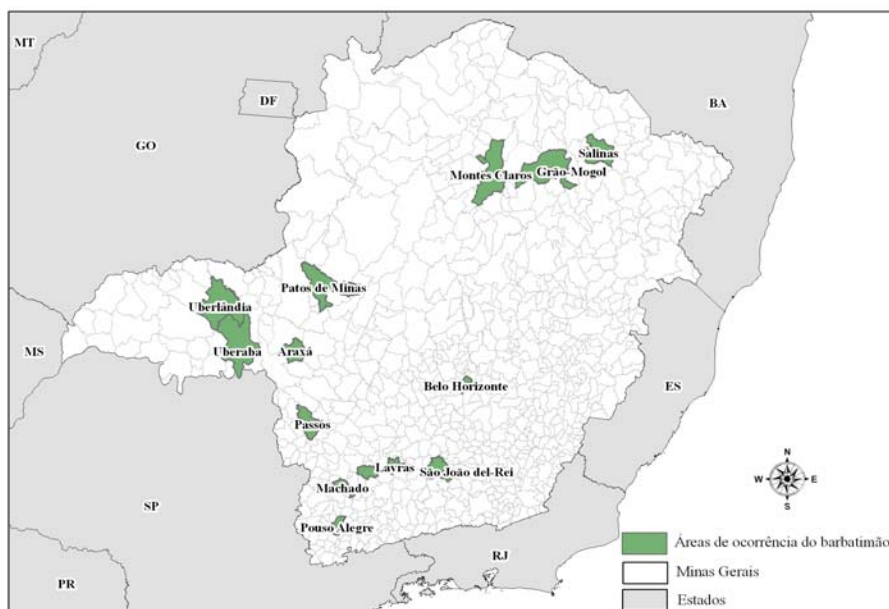


FIGURA 3 Mapa de ocorrência de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) em Minas Gerais.

Para Almeida et al. (1998), esta espécie se desenvolve lentamente em campos abertos e cerrados, formando povoamentos mais ou menos puros. É uma planta perene, semidecídua, heliófita, pioneira, seletiva e xerófila, e têm nítida preferência por solos arenosos de drenagem rápida, como os situados em encosta suaves e em topo de morro (Lorenzi, 1992). Ocorre tanto em formações primárias como em secundárias (Felfili et al., 1992; Lorenzi, 1992).

Oliveira (1991), citado por Felfili et al. (1999), a perinifolia é uma característica de planta de cerrado e *S. Adstringens* é classificada como planta perenifólia, uma vez que ela mantém folhas ativas ao longo do ano e produz folhas novas por longos períodos.

A propagação da espécie é feita por sementes e raízes geminíferas (Brandão et al., 2002). Segundo Lorenzi (1992), *S. Adstringens* produz, anualmente, grande quantidade de sementes viáveis e a viabilidade das sementes

em armazenamento é superior a seis meses e a taxa de germinação é de 80%, num período de 30 dias (Silva Junior, 2005).

2.7 Estudos anatômicos em folha

A folha é um apêndice caulinar ou expansões laterais do caule altamente variáveis em estrutura e função (Azevedo et al., 2005). Está presente em quase todos os vegetais superiores, salvo algumas espécies das famílias Euphorbiaceae e Cactaceae. Nesta última, é comum a sua transformação em espinhos. Sua função é a elaboração dos nutrientes orgânicos para a planta, por meio do processo da fotossíntese. É dotada de pigmentos verdes, a clorofila, que tem a capacidade de fixar energia luminosa, utilizada no preparo de material orgânico a partir de substâncias inorgânicas simples, como água e gás carbônico (Ferri, 1981). Além da fotossíntese, as folhas podem realizar outros processos fisiológicos, tais como respiração, transpiração e reserva de nutrientes (Vidal & Vidal, 1986; Azevedo et al., 2005). Apresenta grande polimorfismo e adaptações a diferentes ambientes, principalmente em ambientes xéricos, como o cerrado.

São vários os fatores que influenciam as características anatômicas foliares das plantas, nos diferentes tipos de ambiente e, principalmente, em se tratando do ambiente cerrado, como a intensidade e a quantidade de luminosidade (Lewis, 1972). Temperaturas altas provocam o aumento da transpiração. Sendo assim, a posição estratégica dos estômatos na superfície abaxial evita a excessiva perda de água (Cintron, 1970). Outros fatores, como altitude em função das mudanças de temperatura e umidade (Dudley, 1978), tipos de solos como os arenosos e bem drenados, a disponibilidade de água no solo (Taiz & Zeiger, 2004), o Ph, a fertilidade do solo, a topografia e o relevo interferem nas características anatômicas (Botrel et al., 2002). Como consequência, as folhas desses ambientes apresentam menor área foliar, aumento da espessura da lâmina e da parede externa da epiderme, maior ocorrência de

hipoderme nas espécies e grande quantidade de estômatos e tricomas (Tanner & Kapos, 1982; Turner et al., 1995). Outra consequência, para as plantas que se desenvolvem sobre condições de solos precários, ou seja, solos deficientes em água e grande quantidade de luminosidade, é que as plantas desses ambientes apresentam alta concentração de compostos fenólicos nos tecidos foliares.

A presença destes compostos é entendida como uma estratégia para a retenção de nutrientes nas folhas e um mecanismo de proteção contra a herbivoria e agentes patogênicos (Mckey et al., 1978; Turner, 2001). Para Mole et al. (1988), a presença de taninos e fenóis glicosilados é considerada de valores adaptativos às condições de alta luminosidade e falta de água, o que está de acordo com os trabalhos de Campos et al. (2006), Almeida et al. (2008) e Goulart et al. (2008), sobre rendimento de taninos em folhas de *S. adstringens* barbatimão, que foi de 27% a 32%.

Devido aos fatores citados, estudos que tratam sobre a anatomia de folhas de espécies de cerrado vêm sendo objeto de vários trabalhos (Morretes & Ferri, 1959; Morretes, 1969; Ferri, 1986) que descrevem que as folhas de muitas espécies do cerrado apresentam estruturas xeromorfas, como cutícula espessa, estômatos em depressões, numerosos tricomas, parênquima incolor e esclerênquima bem desenvolvido. Segundo Paviani (1978), o escleromorfismo é frequente em folhas de plantas do cerrado. Já Morretes & Ferri (1959) e Morretes (1967, 1969) descrevem a anatomia foliar de várias espécies e Milanez (1951), Handro (1966), Panizza (1967) e Paviani & Ferreira (1974) realizaram estudos sobre folhas de alguns representantes de plantas de cerrado.

Para a espécie *S. adstringens*, são encontrados alguns trabalhos referentes à anatomia da folha. Sanches et al. (2007) realizaram estudo morfológico das cascas e das folhas de *Stryphnodendron adstringens*, *S. polyphyllum* e *S. obovatum*, para a identificação correta das três espécies de barbatimão. Oliveira et al. (2007) investigaram a anatomia foliar em plantas

adultas de *Stryphnodendron adstringens*, para a investigação de estruturas anatômicas que possam ter tanto importância ecológica e evolutiva, como ainda fornecer subsídios para o controle de identidade deste vegetal, que é frequentemente confundido com outras espécies medicinais popularmente conhecidas como barbatimão (Santos et al., 2002). Uma vez que ainda não existem estudos anatômicos mais profundos em folhas de *S. adstringens* (Barbatimão), este trabalho se torna de extrema importância, pois visa identificação das células produtoras de taninos nos tecidos das folhas.

2.8 Estudos anatômicos em casca

O termo casca refere-se ao conjunto de tecidos situados externamente ao câmbio vascular ou ao xilema (Esau, 2000), podendo envolver tecidos de origens primárias e secundárias. A casca tem importante papel na proteção da planta contra o ataque de insetos e de microrganismos e confere proteção mecânica e contra a ação do fogo, além de ser impermeabilizante. Segundo Richter et al. (1996), existem poucos estudos sobre casca de árvores tropicais, enquanto os referentes às espécies temperadas são numerosos.

As características morfológicas e anatômicas da casca podem ser utilizadas para fins taxonômicos e avaliações filogenéticas (Parameswaran & Liese, 1972; Costa et al., 1997). Dentre os estudos sobre a anatomia da casca, destacam-se o de Zahur (1959), que trata do floema secundário de 423 espécies pertencentes a 85 famílias de dicotiledôneas lenhosas e o de Roth (1981), que descreveram a casca de 280 espécies pertencentes a 48 famílias de Angiospermas.

Segundo alguns autores, estudos em anatomia da casca complementam aqueles sobre a anatomia do lenho, auxiliando na identificação e na separação de espécies (Angyalossy-Alfonso & Richter, 1991; Soffiatti & Angyalossy-Alfonso, 1999).

Machado et al. (2005), tratando de anatomia da casca de raiz e caule de *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae), apontam diferenças no floema secundário e na periderme dos dois órgãos estudados. Os autores chamam a atenção para as características dos elementos de tubo crivado, comparando-as com as características dos elementos de vaso do lenho de raiz e de caule da mesma espécie, que já haviam sido estudadas anteriormente (Machado et al., 1997). Ainda segundo os mesmos autores, há paralelismo entre a morfologia dos elementos de vaso com a morfologia dos elementos de tubo crivados, tais como placas de perfuração simples e múltiplas na madeira de raiz e caule, respectivamente (Machado et al., 1997), e placas crivadas simples e compostas na casca de raiz e caule, respectivamente.

Estudos que tratam de anatomia da casca de caule, sobretudo em espécies tropicais brasileiras, são escassos e de grande importância, uma vez que as variações estruturais são indispensáveis para o entendimento das adaptações ecológicas das espécies e, principalmente, quando se trata de espécie de cerrado, sobre as quais os trabalhos são muito poucos. Sobre a espécie *S. Adstringens*, foi encontrado apenas um trabalho até o presente momento, mas que descreve somente a anatomia da casca e no qual não consta testes histoquímicos para a localização dos taninos.

2.9 Estudos anatômicos comparados do lenho de raiz, tronco e galho

São encontrados na literatura vários estudos anatômicos relacionados à madeira. Em espécies brasileiras, esses estudos têm sido realizados principalmente com espécies arbóreas, muitas delas pertencentes à família Fabaceae (Leguminosae), tratando-se de aspectos ecológicos, taxonômicos e econômicos, como o gênero *Ormosia* (Loureiro & Lisboa, 1979). São eles, Marcati et al. (2001), com *Copaifera langsdorffii* em floresta e cerrado; Lima et al. (2009), com anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum*

(Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes e Silva et al. (2009) com estudos anatômicos e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste brasileiro.

Estudos sobre a anatomia do lenho têm sido realizados preferencialmente sobre caules, sendo poucos os que tratam do lenho de raízes (Gasson & Cutler, 1990). O provável motivo para esta 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 (Prakasch, 1972; Cutler, 1976). Os poucos estudos encontrados são os de Ranjani & Krishnamurthy (1987), Ewers et al. (1997), Machado et al. (1997), Psaras & Sofroniou (2004) e Goulart & Marcati (2008). Esses estudos são de grande valor, pois as variações estruturais entre os lenhos de raiz e caule são necessários para o entendimento das adaptações ecológicas das espécies (Machado et al., 1997).

Em se tratando de cerrado brasileiro, o número de estudos anatômicos comparados do lenho de raiz e caule de plantas, é menor ainda, podendo-se citar os de Machado et al. (1997), que compararam anatomicamente o lenho de raiz e o caule de *Styrax camporum* (Styracaceae) e o de Goulart & Marcati (2008), que compararam o lenho de raiz e caule de *Lippia salviifolia* em ambiente de cerrado do Estado São Paulo.

Com relação a estudos anatômicos para o lenho de *Stryphnodendron adstringens*, são encontrados os trabalhos de Détienne & Jacque (1983), com descrições para o gênero *Stryphnodendron* e Montefusco (2005), estudaram o lenho de caule de *Stryphnodendron adstringens*, comparando os elementos anatômicos do xilema nos diferentes pontos amostrais da topossequência, verificando tendência de adaptação ecológica dos elementos anatômicos entre indivíduos na topossequência em relação à disponibilidade hídrica e às características do solo.

2.10 Estudos químicos e físicos em madeira

Estudos físicos e químicos da madeira para espécies nativas, e principalmente de cerrado, são poucos, podendo-se citar os de: Marchesan et al. (2006), sobre caracterização física, química e anatômica da madeira de *Ocotea porosa* (imbuia) e *Byrsonima orbignyana*, com característica exclusiva da floresta Ombrófila Mista Montana e de campos-cerrados, respectivamente; Mattos et al. (1999), caracterização física, química e anatômica da madeira de *Terminalia ivorensis*, espécie procedente de florestas densas e de transição; Mendes et al. (2002), anatomia e características físico-químicas da madeira de *Zanthoxylum tingoassuiba* e Silva et al. (2009), anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do nordeste do Brasil.

De acordo com Panshin & Zeeuw (1980), a densidade é uma propriedade física importante da madeira, pois é um parâmetro que pode afetar outras de suas propriedades. Segundo Chimello (1980), a densidade da madeira é considerada a propriedade física mais importante, relacionando-se com outras. Assim, madeira de maior densidade corresponde, em geral, a uma maior resistência mecânica e alto valor energético, isto porque a densidade está diretamente relacionada à quantidade de celulose que a constitui. Paula (1993) afirma que quanto mais alta for densidade da madeira maior será o rendimento de energia em benefício do maior teor de celulose e lignina.

Segundo Metcalfe & Chalk (1983), os estudos das estruturas químico-anatômicas do xilema secundário, além de fornecerem dados para subsidiar o seu uso, gera relações entre famílias botânicas e o estabelecimento de afinidades entre espécies ou grupos específicos. Lepage et al. (1986) comentam que, quanto à sua composição química, a madeira pode ser definida como um polímero biológico tridimensional, composto por uma rede interconectada de celulose, hemicelulose e lignina, além de uma porção minoritária de extrativos e

componentes inorgânicos, estes últimos geralmente considerados componentes secundários. Segundo Klock et al. (2005), a celulose é o principal componente da madeira, chegando a constituir de 40% a 50% de todas as plantas. Trugilho et al. (2003) afirmam que, para as espécies *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, os valores médios de extrativos totais, de lignina e de holocelulose apresentam-se na ordem de 6,71%, 31,77% e 61,52%, respectivamente.

Ligninas, de acordo com Rowell (2005), são estruturas amorfas, de extrema complexidade, possuindo, predominantemente, unidades poliméricas de fenil-propano. Klock et al. (2005) comentam, ainda, que a estrutura da lignina pode relacionar-se, entre outros, com o aumento da rigidez da parede celular, a redução da permeabilidade da madeira e a proteção da madeira contra agentes xilófagos, devido à sua natureza fenólica.

Em estudos físico-químicos da madeira de *Eucalyptus saligna* realizados por Trugilho et al. (1996), o teor de lignina apresentou correlação negativa com a massa volumétrica básica e o teor de holocelulose, mostrando que quanto menor for o teor de lignina maior será o teor de holocelulose e menor será a massa volumétrica básica da madeira. Severo et al. (2006) concluíram, em seu trabalho com *Eucalyptus citriodora*, que a percentagem de lignina foi sempre superior e a de holocelulose foi sempre menor, ambas no lenho juvenil.

Buchanan (1981), Morais et al. (2005) e Oliveira et al. (2005) comentam que os extrativos têm como característica não fazerem parte da estrutura da parede celular, são considerados constituintes secundários, possuem baixa massa molecular, são solúveis em água ou em solventes orgânicos neutros e estão presentes principalmente na casca. Apresenta-se em pequenas proporções, mas, mesmo assim, estão entre os principais responsáveis pela resistência da madeira ao ataque de fungos e insetos (Buchanan, 1981; Oliveira et al., 2005). Geralmente, são representados pelos óleos essenciais, resinas, taninos, graxas e pigmentos (Morais et al., 2005).

Trugilho et al. (1996), estudando a madeira de *Eucalyptus saligna*, concluíram que existe uma tendência de estabilização nos valores de extrativos totais com a idade. Severo et al. (2006) comentam que o *Eucalyptus citriodora*, no lenho adulto, tem um decréscimo de extrativos totais com a altura e constataram que a percentagem de extractivos totais foi menor no lenho juvenil do primeiro a quarta tora e, nos restantes, ocorreu comportamento contrário.

Os principais íons minerais normalmente encontrados em cinzas de madeira, segundo Freddo (1997), são: cálcio, magnésio, potássio, baixas quantidades de sódio, manganês, alumínio, ferro, além de radicais, como silicatos, carbonatos, cloretos e sulfatos. Existem também traços de outros elementos, como zinco, cobre e cromo, dentre outros.

A quantidade desses elementos nas árvores varia com a espécie, a disponibilidade no solo, a necessidade individual e a época do ano. Esses componentes inorgânicos, de acordo Buchanam (1981), proporcionam à madeira uma maior resistência a organismos, como os crustáceos e os moluscos. Os componentes inorgânicos, geralmente, são representados por cristais de oxalatos de cálcio ou potássio e sílica, e a proporção deles na madeira de algumas espécies é influenciável pelas condições ambientais que a árvore encontrou no decorrer de seu crescimento. De acordo com Franceschi & Horner (1980) e Nakata (2003), os cristais podem funcionar como defesa contra a herbivoria e atuar na osmorregulação da planta.

Lima et al. (2009), estudando o lenho de *Enterolobium contortisiliquum*, ocorrente em dois ambientes, relataram a presença de cristais em todos os indivíduos examinados, porém, houve maior predominância nos indivíduos dos ambientes mais secos.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAREZ, F. V.; PEREIRA, C.; RIZZINI, C. M. **Botânica**: angiospermae, taxonomia, morfologia, reprodução, chave para a determinação de família. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1994. 243 p.

ALHO, C. J. R.; MARTINS, E. S. **De grão em grão o cerrado perde espaço**: cerrado-impactos do processo de ocupação. Brasília: WWF Fundo Mundial para a Natureza, 1995. 66 p.

ALMEIDA, N. F. de; MORI, F. A.; GOULART, S. L.; MENDES, L. M.; RIBEIRO, A. O. Rendimentos em taninos das folhas de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens*] em diferentes períodos de coleta visando a produção de adesivo para a madeira. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 11., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA, 2008. p. 5-8.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

ANGYALLOSSY-ALFONSO, V.; RICHTER, H. G. Wood and bark anatomy of *Buchenavia* Eichl. (Combretaceae). **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 12, n. 2, p. 132-141, 1991.

AZEVEDO, A. A.; GOMIDE, C. J.; SILVA, E. A. M.; SILVA, H.; MARIA, J.; MEIRA, R. M. S. A.; OTONI, W. C.; VALE, F. H. A.; GONÇALVES, L. A. **Anatomia das espermatófitas**: material de aulas práticas. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 94 p.

BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospema do Brasil**. Viçosa, MG: UFV, 1984. v. 2, 377 p.

BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospema do Brasil**. Viçosa, MG: UFV, 1991. v. 2, 326 p.

BOTREL, R. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingáí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 195-213, mar./abr. 2002.

BRANDÃO, M.; LACA-BUENDÍA, A.; MACEDO, J. M. **Árvores nativas e exóticas do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 528 p.

BUCHANAN, M. A. **Extraneous components of wood: the chemistry of wood**. New York: R. Krieger, 1981. 689 p.

CAMPOS, A. C. M.; MORI, F. A.; RIOS, P. D.; TRUGILHO, P. F.; MENDES, L. M. Extração aquosa de taninos a partir de folha de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão). In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRAS, 10., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EDUSP, 2006. p. 7-8.

CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R.; FERNANDES, A. G. How rich is the flora of Brazilian Cerrados? **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 86, n. 2, p. 192-224, June 1999.

CASTRO, L. H. R.; MOREIRA, A. M.; ASSAD, E. D. Definição e regionalização dos padrões pluviométricos dos cerrados brasileiros. In: ASSAD, E. D. (Coord.). **Chuva nos cerrados: análise e especialização**. Brasília: Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrados/EMBRAPA, 1991. p. 423.

CHIMELLO, J. **Anotações sobre anatomia e identificações de madeiras**. São Paulo: IPT, 1980. 23 p. Apostila.

CINTRON, G. Variation in size and frequency of stomata with altitude in the Luquillo Mountains. **Office of Information Service**, San José, v. 9, p. 133-135, 1970.

CORRÊA, P. C. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. 433 p.

COSTA, C. G.; CORADIN, V. T. T.; CSARNESKI, C. M.; PEREIRA, B. A. S. Bark anatomy of arborescent Leguminosae of cerrado and gallery forest of Central Brazil. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 18, n. 4, p. 385-399, 1997.

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**. The Netherlands: Leiden University, 1976. p. 143-156. (Leiden Botanical Series, 3).

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.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A.; ANTONINI, Y. (Org.). **Biodiversidade em Minas Gerais**: um atlas para sua conservação. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222 p.

DUDLEY, E. C. Adaptive radiation in the Melastomataceae along an altitudinal gradient in Peru. **Biotropica**, Lawrence, v. 10, n. 2, p. 134-143, 1978.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: E. Blucher, 2000. 174 p.

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. 3, p. 261-279, 1997.

FELFILI, J. M.; BORGES FILHO, H. C. **Extrativismo racional da casca de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* Mart Coville)**. Brasília: UnB, 2004. 31 p. (Boletim Técnico).

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; DIAS, B. J.; REZENDE, A. V. Estudo fenológico do *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no Cerrado sensu stricto da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 83-90, jan./fev. 1999.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; MACHADO, J. W. B.; WALTER, B. M. T.; SILVA, P. E. N.; HAY, J. D. Análise comparativa da florística e fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado sensu stricto na Chapada Pratinha. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 27-46, 1992.

FELFILI, M. C.; FELFILI, J. M. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 243-254, 2001.

FERRI, M. G. **Botânica**: morfologia externa das plantas: organografia. 15. ed. São Paulo: Nobel, 1981. 113 p.

FERRI, M. G. Transpiração nos principais ecossistemas brasileiros e em espécies cultivadas no Brasil. In: _____. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. São Paulo: EPU, 1986. v. 1, p. 25-74.

FRANCESCHI, V. R.; HORNER, H. T. Calcium oxalate crystals in plant. **The Botanical Review**, Bronx, v. 46, n. 4, p. 361-427, Oct./Dec. 1980.

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

FREDDO, A. **Elementos minerais em madeira de eucaliptos e acácia negra e sua influência na indústria de celulose kraft branqueada**. 1997. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Ambiente: riqueza e tragédia. **Ciência e Tecnologia no Brasil - Pesquisa FAPESP**, São Paulo, v. 88, n. 1, p. 48-49, 2003.

GASSON, P. E.; CUTLER, F. Root anatomy of 17 genera growing in the British Isles. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 11, n. 8, p. 3-36, 1990.

GOULART, S. L.; MARCATI, C. R. Anatomia comparada do lenho em raiz e caule de *Lippia salviifolia* Cham. (Verbenaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 263-275, abr./jun. 2008.

GOULART, S. L.; MORI, F. A.; ALMEIDA, N. F. de; MENDES, L. M.; RIBEIRO, A. O. Obtenção de taninos a partir das folhas de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] em diferentes granulometrias visando a produção de adesivos. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 11., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA, 2008. p. 7-9.

HANDRO, W. Escleromorfismo foliar e nutrição mineral de *Gomphrena rostrata* (Mart.). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 38, p. 225-242, 1966.

JOLY, A. B. **Conheça a vegetação brasileira**. São Paulo: USP, 1970. 70 p.

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução a taxonomia vegetal. 11. ed. São Paulo: Nacional, 1975. v. 4, 777 p.

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. 13. ed. São Paulo: Nacional, 2002. 777 p.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOG, E. A. **Plant systematic: a phylogenetic approach**. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2002. 576 p.

KLOCK, U.; MUÑIZ, G.; HERNANDEZ, J.; ANDRADE, A. **Química da madeira**. Curitiba: UFPR, 2005. 86 p. Apostila.

KLINK, C. A. Relação entre o desenvolvimento agrícola e a biodiversidade. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANAS - BIODIVERSIDADE E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE ALIMENTOS E FIBRAS NOS CERRADOS, 8., 1996, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 25-27.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KLINK, C. A.; MOREIRA, A. G. Past and current human occupation and land-use. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The cerrado of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University, 2002. p. 69-88.

LEPAGE, E. S.; OLIVEIRA, A. M. F.; LELIS, A. T.; LOPEZ, G. A. C.; CHIMELLO, J. P.; OLIVEIRA, L. C. S.; CAÑEDO, M. D.; CAVALCANTE, M. S.; IELO, P. K. Y.; ZANOTTO, P. A.; MILANO, S. **Manual de preservação de madeiras**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1986. 708 p.

LEWIS, M. G. The physiological significance of variation in leaf structure. **Science Progress**, Northwood, v. 60, p. 25-51, 1972.

LIMA, J. C. S.; MARTINS, D. T. O.; SOUZA JÚNIOR, P. T. Experimental evolution of stem bark *Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville for anti-inflammatory activity. **Phytotherapy Research**, London, v. 12, n. 1, p. 218-220, Mar. 1998.

LIMA, R. S. de; OLIVEIRA, P. L. de; 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.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. v. 1, 352 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1998. v. 2, 164 p.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 512 p.

LORENZI, H.; SOUZA, V. C. **Botânica sistemática**. Nova Odessa: Plantarum, 2005. 609 p.

LOUREIRO, A. A.; LISBOA, P. L. B. Anatomia do lenho de seis espécies de *Ormosia* (Leguminosae) da Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 9, p. 731-746, 1979.

MACHADO, S. R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; MORRETES, B. L. de. Comparative wood anatomy of root and stem wood in *Styrax camporum* (Styracaceae). **IAWA Journal**, Leiden, v. 18, n. 1, p. 13-25, 1997.

MACHADO, S. R.; MARCATI, C. R.; MORRETES, B. L. de; ANGYALOSSY, V. Comparative bark anatomy of root and stem in *Styrax camporum* (Styracaceae). **IAWA Journal**, Leiden, v. 26, n. 4, p. 477-487, 2005.

MACHADO, S. R.; RODELLA, R. A.; ANGYALOSSY, V.; MARCATI, C. R. Structural variations in root and stem wood of *styrax* (styracaceae) from Brazilian forest and cerrado. **IAWA Journal**, Leiden, v. 28, n. 2, p. 173-188, 2007.

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, set. 2001.

MARCHESAN, R.; MATTOS, P. P. de; BORTOLI, C. de; ROSOT, N. C. **Caracterização física, química e anatômica da madeira de *Ocotea porosa* (Nees & C. Mart.) barroso**. Colombo: EMBRAPA, 2006. 3 p.

MARTINS, E. M. O. *Stryphnodendron* (Mart.). (Leguminosae: Mimosoideae) com especial referencia aos táxon Amazônicos. 1981. 143 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MATTEUCCI, M. B. A.; GUIMARÃES, N. N. R.; TIVERON FILHO, D.; SANTOS, C. A flora do cerrado e suas formas de aproveitamento: plantas medicinais. **RV Documentos**, São Paulo, v. 3, n. 5, p. 22-23, 2003.

MATTOS, P. P. de; PEREIRA, J. C. D.; SCHAITZA, E. G.; BAGGIO, A. J. **Caracterização física, química e anatômica da madeira de *Terminalia ivorensis***. Colombo: EMBRAPA, 1999. 16 p.

MCKEY, D.; WATERMAN, P. G.; MBI, C. N. Phenolic content of vegetation in two African rain forest: ecological implications. **Science**, Washington, v. 202, p. 61-64, 1978.

MELLO-BARRETO, H. L. Regiões fitogeográficas de Minas Gerais. **Boletim Geográfico**, v. 4, p. 14-28, 1942.

MENDES, L. M.; SILVA, J. R. M. da; TRUGILHO, P. F.; LOPES, G. de A. **Anatomia e características físico-químicas da madeira de *Zanthoxylum tingoassuiba* St. Hil. de ocorrência na região de Lavras/MG**. Lavras: UFLA, 2002. 11 p.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T. Flora vascular do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1998. p. 289-539.

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

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons, wood structure and conclusion of the general introduction**. Oxford: Clarendon, 1983. 297 p.

MILANEZ, F. R. Nota sobre a anatomia da folha de *Coccoloba cereifera* Schwacke. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 26, p. 23-39, 1951.

MOLE, S.; ROSSO, J. A. M.; WATERMAN, P. G. Lightinduced variation in phenolic levels in foliage of rain-forestplants: I., chemical changes. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 14, n. 1, p. 1-21, Feb. 1988.

MONTEFUSCO, A. R. G. **Anatomia ecológica do lenho de *stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae), barbatimão, no parque estadual do cerrado – Jaguariaíva-PR**. 2005. 118 p. Monografia (Especialização em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MORAIS, S. A. L. de; NASCIMENTO, E. A. do; MELO, D. C. de. Análise da madeira de *Pinus oocarpa*: parte I, estudo dos constituintes macromoleculares e extrativos voláteis. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 461-470, maio/jun. 2005.

MORRETES, B. L. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado II. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP**, São Paulo, v. 22, p. 207-244, 1967.

MORRETES, B. L. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado III. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP**, São Paulo, v. 24, p. 7-32, 1969.

MORRETES, B. L.; FERRI, M. G. Contribuição ao estudo da anatomia de folhas de plantas do cerrado. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP**, São Paulo, v. 16, p. 7-70, 1959.

NAKATA, P. A. Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plant. **Plant Science**, Shannon, v. 164, n. 4, p. 901-909, 2003.

OLIVEIRA, A. L. S.; ELIAS, S. R. de M.; FIGUEIREDO, A. D. L. Anatomia foliar em plantas adultas de *Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville (Mimosaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 321-323, jul. 2007. Suplemento.

OLIVEIRA, J. T. da S.; SOUZA, L. C.; DELLA LUCIA, R. M.; SOUZA JÚNIOR, W. P. de. Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de seis espécies de madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 819-826, set./out. 2005.

PALAZO-DE-MELLO, J. C.; PETEREIT, F.; NAHRSTEDT, A. Flavan-3-ol andprodelphinidins from *Stryphnodendron adstringens*. **Phytochemistry**, Oxford, v. 41, n. 3, p. 807-817, Sept. 1996.

PANIZZA, S. Contribuição ao estudo morfológico e anatômico de *Jacaranda caroba* (Velloso) DC. Bignoniaceae. **Revista da Faculdade de Farmácia e Bioquímica de São Paulo**, São Paulo, v. 5, p. 93-106, 1967.

- PANIZZA, S.; ROCHA, A. B.; GECCHI, R.; SOUZA-SILVA, R. A. P. *Stryphnodendron barbatiman* (Velloso) Martius: teor de taninos na casca e sua propriedade cicatrizante. **Revista de Ciência Farmacêutica**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 101-106, 1988.
- PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. de. **Textbook of wood technology**. 3. ed. New York: McGraw Hill, 1980. 722 p.
- PARAMESWARAN, N.; LIESE, M. Studies in bark anatomy. **IAWA Bulletin**, Utrecht, v. 3, p. 12-16, 1972.
- PAVIANI, T. I. Anatomia vegetal e cerrado. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, p. 1077-1086, 1978.
- PAULA, J. E. Madeiras da caatinga úteis para produção de energia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 153-165, fev. 1993.
- PAVIANI, T. I.; FERREIRA, M. L. Anatomia foliar de *Plathymenia reticulata* Benth. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 159-176, 1974.
- PRAKASH, 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**, Leiden, v. 25, n. 1, p. 71-77, 2004.
- 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.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, London, v. 80, n. 1, p. 223-230, 1997.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORREIA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. Viçosa, MG: Núcleo de Estudo e Planejamento e Uso da Terra, 1995. 304 p.

RIBEIRO, J. E.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A. **Flora da reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA, 1999. 816 p.

RICHTER, H. G.; MAZZONI-VIVEIROS, S. C.; SEGALA-ALVES, E.; LUCHI, A. E.; COSTA, C. G. Padronização de critérios para a descrição anatômica da casca: lista de características e glossário de termos. **IF Série Registros**, São Paulo, n. 16, p. 1-25, 1996.

RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. São Paulo: EDUSP, 1976. 229 p.

ROTH, I. Structural patterns of tropical barks. In: BRAUN, H. J.; CARLQUIST, S.; OZENDA, P.; ROTH, I. (Org.). **Handbuch der pflanzenanatomie**. Berlin: Borntraeger, 1981. p. 143-151.

ROWELL, W. C. (Ed.). **Handbook of wood chemistry and wood composites**. Boca Raton: CRC, 2005. 487 p.

SANCHES, A. C. C.; LOPES, G. C.; TOLEDO, C. E. de M.; SACRAMENTO, L. V. D.; SAKURAGUI, C. M.; MELLO, J. C. Estudo morfológico comparativo das cascas e folhas de *Stryphnodendron adstringens*, *Stryphnodendron polyphyllum* e *Stryphnodendron obovatum* - Leguminosae. **Latin American Journal of Pharmacy**, Buenos Aires, v. 26, n. 3, p. 362-368, 2007.

SANTOS, S. C.; COSTA, W. F.; RIBEIRO, J. P.; GUIMARÃES, D. O.; FERRI, P. H.; FERREIRA, H. D.; SERAPHIN, J. C. Tannin composition of barbatimão species. **Fitoterapia**, Milano, v. 73, n. 4, p. 292-299, July 2002.

SEVERO, E. T. D.; CALONEGO, F. W.; SANSÍGOLO, C. A. Composição química da madeira de *Eucalyptus citriodora* em função das direcções estruturais. **Silva Lusitana**, Lisboa, v. 14, n. 1, p. 113-126, 2006.

SILVA, L. B. da; SANTOS, F. de A. R. dos; GASSON, P.; CUTLER, D. Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 436-445, 2009.

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

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TANNER, E. V. J.; KAPOV, V. Leaf structure of Jamaican upper montane rainforest trees. **Biotropica**, Lawrence, v. 14, n. 1, p. 16-24, Feb. 1982.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características físico-mecânicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 97-111, jan./jun. 1996.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MORI, F. A. Correlação canônica das características químicas e físicas de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 66-80, jan./jun. 2003.

TURNER, I. M. **The ecology of trees in the tropical rain forest**. New York: Cambridge University, 2001. 316 p.

TURNER, I. M.; ONG, B. L.; TAN, H. T. W. Vegetation analysis, leaf structure and nutrient status of a Malaysian heath community. **Biotropica**, Lawrence, v. 27, n. 1, p. 2-12, Feb. 1995.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica: organografia: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamas**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 1986. 114 p.

ZAHUR, M. S. Comparative study of secondary phloem of 423 species of woody dicotyledons belonging to 85 families. **Cornell University Agronomy Experimental Station Memoir**, Ithaca, v. 35, p. 1-16, 1959.

CAPÍTULO 2

Caracterização anatômica e localização de taninos em foliólulos e cascas de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville]

1 RESUMO

Stryphnodendron adstringens, (barbatimão), espécie nativa do cerrado brasileiro, conhecida por suas propriedades adstringentes e medicinais, devido à presença de taninos em suas folhas e cascas. Neste trabalho avaliou-se as estruturas anatômicas e localizou-se os taninos nas células dos foliólulos e cascas de *S. adstringens*. As coletas foram realizadas no município de Lavras, Sul de Minas Gerais. Os foliólulos coletados foram fixados em FAA₇₀ e conservados em álcool etílico 70% (v/v), posteriormente seccionada à mão livre. Quanto à preparação, as secções paradérmicas, coradas com safranina 1% e montadas em água glicerinada entre lâminas e lamínulas. Para a localização dos taninos tanto nos foliólulos quanto na casca, foi realizado em material fresco, as secções foram coradas com vanilina ácida e montagem em ácido clorídrico a 9%. Para os cortes paradérmicos foi utilizado safranina 1%. Os foliólulos de *S. adstringens* apresentam em sua face abaxial e adaxial estômatos do tipo anomocíticos. Apresenta epiderme unisseriada, com cutícula espessa, mesofilo isobilateral, formado por duas camadas de parênquima paliçádico, sendo que na face abaxial encontram-se menos desenvolvidos. Os taninos são encontrados na epiderme da face adaxial quanto na epiderme da face abaxial e também nos parênquimas paliçádicos e lacunosos. Na casca os taninos são encontrados no parênquima cortical e na região do felema.

Palavras-chave: barbatimão, cerrado, compostos fenólicos.

2 ABSTRACT

(Anatomical study and tanning bark identification in leaves and barks of [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville]. *Stryphnodendron adstringens*, (barbatimão), native species of the Brazilian open pasture, known for its medicinal astringent properties. In this work one evaluated the anatomical structures and one type of tanning bark in the cells of the foliólulos and barks of *S. adstringens*. The collections had been carried through in the city of Curitiba, South of Minas Gerais. The collected foliólulos had been fixed in FAA70 and conserved in 70% (v/v) ethanol, later parted by hand into fragments. For the preparation, the paradermicas, coradas sections with safranina 1% and mounted in water glicerinated between slides and lamínulas. For the identification of tanning barks in such a way in the foliólulos how much in the bark, it was carried through in cool material, the sections had been coradas with acid vanilina and assembly in acid clorídrico 9%. For the paradermicos cuts 1% were used safranina. The foliólulos of *S. adstringens* present in its abaxial and adaxial face anomocíticos estômatos of the type. It presents uniseriada epidermis, with cutícula thick, mesófilo isobilateral, formed by two layers of parênquima paliçádico, being that in the abaxial face they meet developed less. The tanning barks are found in such a way in the adaxial epidermis how much in the abaxial epidermis and also in parênquimas paliçádicos and lacunosos. In the bark the tanning barks are found in the region of the cortex and the region of felema.

Key words: barbatimão, cerrado, phenolic compounds.

3 INTRODUÇÃO

O *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) é uma espécie nativa do cerrado, pertence à família Fabaceae, e subfamília Mimosoideae (Barroso, 1991). Trata-se de uma árvore de pequeno porte, com o fuste retilíneo até determinada altura, caule e ramos de forma um pouco tortuosa, casca grossa, rugosa e rígida que se solta facilmente, com parte interna de coloração avermelhada (Almeida et al., 1988; Lorenzi, 1998). Suas folhas são alternas, compostas por foliólulos aos pares e de forma arredondada (12 a 16 foliólulos), (Felfili & Borges Filho, 2004). De acordo com Felfili & Borges Filho (2004), esta espécie é perenifólia, a brotação e o desenvolvimento de folhas novas são intensos no início do período chuvoso (outubro a abril), os autores comentam ainda que, a floração ocorre no período de maio a setembro, e a maturação dos frutos normalmente é no final da estação seca entre agosto e setembro, ocorrendo assim o aumentando da probabilidade de germinação e crescimento das plântulas.

É uma espécie medicinal, apresenta propriedades adstringentes (Almeida et al., 1988). Jacobson et al. (2005), as atividades farmacológicas do barbatimão estão diretamente ligadas aos altos teores de taninos condensados, que variam de 20% a 50 % dos compostos presentes na planta. Segundo Rizzini & Mors (1976), devidos aos altos teores de taninos a planta é também empregada na fabricação de tinta para escrever, além de ser usada na indústria farmacêutica e de couro.

São vários os fatores que influenciam as características anatômicas foliares das plantas nos diferentes tipos de ambiente e, principalmente, em se tratando do ambiente cerrado, como a intensidade e a quantidade de luminosidade (Lewis, 1972). Temperaturas altas provocam o aumento da transpiração. Sendo assim, a posição estratégica dos estômatos na superfície

abaxial, evita a excessiva perda de água (Cintron, 1970). Outros fatores como: altitude em função das mudanças de temperatura e umidade (Dudley, 1978), tipos de solos como os arenosos e bem drenados, a disponibilidade de água no solo (Taiz & Zeiger, 2004), pH, fertilidade do solo e topografia do relevo também interferem nas características anatômicas (Botrel et al., 2002). Como conseqüência, as folhas que se desenvolvem em ambientes, mais precários, apresentam menor área foliar, aumento da espessura da lâmina e da parede externa da epiderme, maior ocorrência de hipoderme e grande quantidade de estômatos e tricomas (Turner et al., 1995).

Além da fotossíntese, as folhas podem realizar outros processos fisiológicos, tais como respiração, transpiração e reserva de nutrientes (Vidal & Vidal, 1986; Azevedo et al., 2005). Vários estudos enfocam a interação entre fatores ambientais sobre a estrutura foliar como: luz, nutrientes, disponibilidade de água (Niinemets, 1999; Baruch et al., 2000), temperatura e irradiação (Smith & Nobel, 1978), luz e regimes hídricos (Noda et al., 2004), luz e disponibilidade de nutrientes no solo (Meziane & Shipley, 1999).

Uma das conseqüências para plantas que se desenvolvem em solos com baixa disponibilidade de água e nutrientes é a presença de altos teores de compostos fenólicos nos tecidos foliares, sendo que a presença destes compostos é entendida como uma estratégia para a retenção de nutrientes nas folhas e um mecanismo de proteção contra a herbivoria e agentes patogênicos (Mckey et al., 1978; Turner, 2001). Para Mole et al. (1988), a presença de taninos e fenóis glicolisados é considerada de valores adaptativos às condições de alta luminosidade e falta de água, o que está de acordo com os trabalhos de Campos et al. (2006), Almeida et al. (2008) e Goulart et al. (2008), sobre rendimento de taninos em folhas de *S. adstringens* barbatimão, que foi de 27% a 32%.

A capacidade das plantas de adaptarem-se em relação à variação ambiental está relacionada tanto com aspectos genotípicos quanto com a

plasticidade fenotípica, expressando-se em termos de mudanças morfológicas e fisiológicas. A captação de energia luminosa, para a fotossíntese, permite às plantas a obtenção de energia química que é crucial para sua capacidade de competir e reproduzir (Givnish, 1988). As espécies arbóreas variam grandemente na sua capacidade de responder à alteração na disponibilidade de luz (Thompson et al., 1992).

Devido aos fatores citados, estudos que tratam sobre a anatomia de folhas de espécies de cerrado vêm sendo objeto de vários trabalhos já algumas décadas como os de (Morretes & Ferri, 1959; Morretes, 1969; Ferri, 1986) que descrevem que as folhas de muitas espécies do cerrado apresentam estruturas xeromorfas, como cutícula espessa, estômatos em depressões, numerosos tricomas, parênquima incolor e esclerênquima bem desenvolvido. Segundo Paviani (1978), o escleromorfismo é freqüente em folhas de plantas do cerrado. Já Morretes & Ferri (1959) e Morretes (1967, 1969) descrevem a anatomia foliar de várias espécies e Milanez (1951), Handro (1966) e Panizza (1967) realizaram estudos sobre folhas de alguns representantes de plantas de cerrado.

Para a espécie *S. adstringens*, são encontrados alguns trabalhos referentes à anatomia da folha. Sanches et al. (2007) realizaram estudo morfológico das cascas e das folhas de *S. adstringens*, *S. polyphyllum* e *S. obovatum*, para a identificação correta das três espécies de barbatimão. Oliveira et al. (2007) investigaram a anatomia foliar em plantas adultas de *S. adstringens*, para a investigação de estruturas anatômicas que possam ter tanto importância ecológica e evolutiva, como ainda fornecer subsídios para o controle de identidade deste vegetal, que é freqüentemente confundido com outras espécies medicinais popularmente conhecidas como barbatimão (Santos et al., 2006).

Outra parte que pode haver biossíntese de compostos fenólicos (taninos) é na casca. A casca tem importante papel na proteção da planta contra o ataque de insetos e de microrganismos e confere proteção mecânica e contra a ação do

fogo, além de ser impermeabilizante. Segundo Richter et al. (1996), existem poucos estudos sobre casca de árvores tropicais, enquanto os referentes às espécies temperadas são numerosos.

De acordo com Richter et al. (1996), casca é um termo usado para mencionar todos os tecidos externos ao câmbio vascular, abrangendo uma considerável variedade de tecidos e a estrutura anatômica é muito diversificada nas diferentes espécies. Segundo Metcalfe & Chalk (1988), estes tecidos incluem o floema secundário e a periderme, que no caso de existirem várias camadas geram o ritidoma.

Segundo alguns autores, estudos em anatomia da casca complementam aqueles sobre a anatomia do lenho, auxiliando na identificação e na separação de espécies (Angyalossy-Alfonso & Richter, 1991; Soffiatti & Angyalossy-Alfonso, 1999).

Estudos que tratam de anatomia da casca de caule, sobretudo em espécies tropicais brasileiras, são poucos e de grande importância, uma vez que as variações estruturais são indispensáveis para o entendimento das adaptações ecológicas (biossíntese de compostos fenólicos) das espécies e, principalmente, quando se trata de espécie de cerrado, sobre as quais os trabalhos são escassos.

Neste trabalho avaliou-se as estruturas anatômicas dos foliólulos e cascas de *S. adstringens*, e localizou-se por meio de testes histoquímicos, os taninos nos foliólulos e cascas e também lipídeos nos foliólulos *S. adstringens*

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 A área de estudo

O estudo foi realizado em um fragmento de cerrado, localizado no município de Lavras, MG. O município localiza-se nas coordenadas 21°15'43 de latitude Sul e 45°59'59 de longitude oeste, à altitude de 918,87 m. 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, 295,8 mm. O mês de julho é o mais frio, 15,8°C e seco, 23,4 mm. A precipitação média anual é de, aproximadamente, de 127,41 mm e a temperatura média, de 19,45° C. A estação seca estende-se de maio a setembro, com média de precipitação de 40,6 a 72,5 mm, simultaneamente.

4.2 Caracterização do solo

Para a caracterização do solo da área de estudo, foram coletadas amostras conforme as recomendações do Laboratório de análise do Solo do Departamento de Ciência do Solo, da Universidade Federal de Lavras. Coletaram-se amostras de 20 locais diferentes de toda a área, a 20 cm de profundidade. Estas amostras foram destorroadas e homogeneizadas, sendo retirados 300 g para análise no mesmo laboratório. Foram realizadas análises físicas e químicas do solo, seguindo, de forma geral, as recomendações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1997).

4.3 Coletas de folhas e cascas para análise anatômicas e testes histoquímicos

Aleatoriamente, foram escolhidos três espécimes de *S. Adstringens*, com idade entre 20 a 30 anos, e não muito distantes umas das outras, com as seguintes classes diamétricas, a 1,30 m do solo: espécime 1, com 10,5 cm de

diâmetro; espécime 2, com 9,5 cm de diâmetro e espécime 3, com 18 cm de diâmetro. Coletaram-se amostras de folhas adultas na região mediana da copa dos três espécimes separadamente, para análises anatômicas e testes histoquímicos. Amostra de folhas e flores também foi coletada e exsiccatas foram preparadas e enviadas ao Herbário Esal, no Departamento de Biologia da UFLA, e registradas com os seguintes números: espécime 1, número 4806; espécime 2, número 4765 e espécime 3, número 4797. As cascas foram coletadas com auxílio de um facão, tendo sido retiradas a 1,30 m do solo.

Utilizou-se 5 foliólulos de cada espécime, localizados no quarto nó, a partir do ápice. Posteriormente os foliólulos foram fixados em FAA₇₀ (formaldeído, ácido acético e álcool etílico), por 72 horas e conservados em álcool 70 (Johansen, 1940).

As seções transversais foram realizadas com o auxílio do micrótomo manual, clarificadas em hipoclorito de sódio 5% e coradas com uma mistura de azul de astra e safranina (Kraus & Arduin, 1997). As seções paradermicas foram realizadas manualmente, obtidos da epiderme (faces adaxial e abaxial) e coradas com safranina 1%. Foi utilizada glicerina 50% para a montagem das lâminas semipermanentes.

O número de estômatos por mm² foi determinado na região mediana do foliólulo de acordo com (Laboriau et al.; 1961). Para cada espécime foram utilizados cinco foliólulos, destes avaliou-se quatro cortes, totalizando 20 observações para a contagem do número de estômatos e para a mensuração de células e tecidos. As medições do diâmetro polar e equatorial dos estômatos, foram realizadas utilizando-se uma ocular micrometrada. As fotomicrografias foram feitas com auxílio do fotomicroscópio Olympus BX-60. Todas as variáveis analisadas foram obtidas por meio de medições efetuadas no programa Sigma scan pro 5[®]. Posteriormente, para cada característica anatômica avaliada

dos foliólulos de *S. adstringens*, foi realizada uma estatística descritiva, através de determinação da média e coeficiente de variação.

Testes histoquímicos nos foliólulos foram realizados para verificar a composição química da parede celular em secções de material recém-coletado e não fixado. As secções foram obtidas o auxílio do micrótomo manual, e tratadas com Sudan IV, para a detecção de substâncias lipídicas (Johansen, 1940), vanilina ácida e ácido clorídrico a 9%, para a identificação das protoantocianidinas (taninos) (Mace & Howell, 1974).

Os testes histoquímicos nas cascas foram realizados em material recém-coletado e não fixado, com auxílio do micrótomo manual. Foram feitas secções transversais e tratada com vanilina ácida e ácido clorídrico a 9%, para a localização das protoantocianidinas (taninos) (Mace & Howell, 1974).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises do solo - Os dados das análises químicas estão contidos na Tabela 1 e dados das análises físicas, na Tabela 2. O solo da área de estudo apresenta textura argilosa, pH ácido, teor de alumínio elevado, pouco cálcio, teores de fósforo e potássio baixo, teores de matéria orgânica razoável, alto teor de ferro e zinco em quantidade razoável.

TABELA 1 Características químicas do solo da área de coleta.

pH	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO	P-resina	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
H ₂ O	mg/dm ³			cmolc/dm ³			cmolc/dm ³			%			dag/kg		mg/L	mg/m ³					
5,0	0,9	97	-	0,5	0,3	0,6	5,0	1,1	1,6	6,0	17,4	36	-	3,1	10,2	1,7	142,0	9,6	1,4	0,5	8,9

pH = potencial de hidrogênio; P = fósforo; K = potássio; Ca²⁺ = cálcio; Mg²⁺ = magnésio; Al³⁺ = alumínio; H + Al = acidez potencial; SB = soma de bases trocáveis; CTC (t) = capacidade de troca catiônica efetiva; CTC (T) = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V% = saturação/base; m = índice de saturação por alumínio; M O = matéria orgânica; P resina = fósforo; Zn = zinco; Fe = ferro; Mn = manganês; Cu = cobre; B = boro; S = enxofre.

TABELA 2 Características físicas do solo da área de coleta.

Areia - dag/kg	Silte - dag/kg	Argila - dag/kg	Classe textura
28	17	55	Argilosa

5.1 Anatomia dos foliólulos

Os foliólulos de *S. adstringens* apresentam, em sua face abaxial e adaxial, estômatos do tipo paracíticos, de formato reniforme (Figura 1 C), sendo então anfistomática, corroborando o que foi relatado por Oliveira et al. (2007), em seus estudos com anatomia foliar em plantas adultas de *Stryphnodendron adstringens*, no Estado de Goiás. Segundo Mott et al. (1982), a característica anfistomática representa uma adaptação que maximiza a condutância estomática, já que as trocas gasosas serão realizadas pelas duas faces da folha e, com isso, a planta aproveita melhor o pouco tempo de alta umidade relativa que há em ambientes xéricos (Medri & Lleras, 1980).

Apresenta cutícula espessa, com presença marcante de lipídeos (Figura 1 D seta). Segundo Passo & Mendonça (2006), essa classe de macromolécula está relacionada com defesa da planta contra a dessecação, o que é justificável, devido ao fato de essa espécie crescer em ambiente sujeito a estresse hídrico. De acordo com Silva et al. (2005) e Taiz & Zeiger (2006) em plantas que crescem em ambientes secos, a presença de cutícula mais espessa, além de diminuir a perda de água, auxilia no bloqueio de entrada de fungos e bactérias patogênicas. A cutícula espessa atua também na defesa contra a herbivoria. Segundo Mauseth (1988), Fahn (1990), Chadzon & Kaufmann (1993) e Dickson (2000), a cutícula tem a função de aumentar a reflexão da luz incidente, minimizando os danos que o excesso de irradiação do sol pode provocar nos tecidos subjacentes.

Foi detectada a presença de compostos fenólicos na epiderme de ambas as faces dos foliólulos e no mesofilo em *S. Adstringens* e também em células de colênquima (Figura 1 E e F, setas). Em espécies de ambiente de cerrado, a

presença de compostos fenólicos na epiderme é extremamente interessante, pois funcionam como mecanismo de defesa contra ataques de microrganismos e herbivoria, que são estratégias adaptativas às condições climáticas desse hábitat (cerrado) (Coley, 1983; Turner, 2001).

Bioquimicamente, esses compostos fenólicos são biossintetizados por meio de diferentes rotas metabólicas, razão pela qual constituem um grupo bastante heterogêneo. Duas rotas metabólicas básicas estão envolvidas na síntese dos compostos fenólicos, entre eles os taninos: a rota do ácido chiquímico e a rota do ácido malônico. A rota do ácido chiquímico é mais significativa, converte precursora de carboidratos derivados da glicose e da rota da pentose fosfato em aminoácidos aromáticos (Taiz & Zeiger, 2006). A maioria dos compostos fenólicos secundários em plantas é derivada da fenilalanina por meio da eliminação de uma molécula de amônia para formar o ácido cinâmico e essa reação é catalizada pela fenilalanina amônio liase (PAL), talvez, a enzima mais estudada no metabolismo secundário vegetal (Gomes et al., 2008). Outro fator que pode induzir a produção de compostos fenólicos nos foliólulos de *S. adstringens* e outras espécies de cerrado é o tipo de solo a que a espécie está submetida, ou seja, solo com pouco nutrientes, alto teor de alumínio e acidez elevada.

Estudando a influência de fatores edáficos, Jacobson et al. (2005), verificaram a produção de fenóis totais e taninos em cascas de duas espécies de barbatimão, o *S. polyphyllum* e o *S. adstringens*, em duas estações, seca e de chuva. Estes autores concluíram que, na época de seca, a produção desses metabólitos correlaciona-se positivamente com solos arenosos, de baixo teor de argila e com pequena porcentagem de matéria orgânica. Já na época chuvosa, correlaciona-se diretamente com a saturação por alumínio no solo e, inversamente, com pH, saturação por bases, Ca + Mg e CTC do solo. Esses resultados estão de acordo com os relatados nos estudos de Almeida et al.

(2008), com rendimento em taninos das folhas de barbatimão *Stryphnodendron adstringens* em diferentes períodos de coleta, que verificaram que, no mês de maio, houve maior rendimento de taninos, em torno de 32%, período de seca e, em setembro, foi de 30%, começo do período chuvoso. Porém, os resultados das análises de solo da área em estudos, como se observa na Tabela 1, não estão de acordo com o relatado por Jacobson et al. (2005), pois a granulometria encontrada foi de solo pertencente à classe textural argilosa.

O mesmo autor comenta, ainda, que solos de baixa fertilidade química proporcionaram maiores níveis de fenóis totais e taninos, nas duas espécies por ele estudadas, *S. polyphyllum* e *S. Adstringens* (Jacobson et al., 2005). Segundo Turner (2001), a presença desses compostos é estratégia para a retenção de nutrientes nas folhas e proteção contra ataques de organismos herbívoros e de microrganismo patogênicos.

Foram encontrados poucos tricomas tectores unicelulares na face adaxial na região da nervura central dos foliólulos de *S. adstringens*, (Figura 2 G e H), o que está de acordo com os estudos de Oliveira et al. (2007), com a mesma espécie, na região de Goiás. De acordo com Fahn (1986), a presença dos tricomas é importante na adaptação a ambientes xéricos, pois os mesmos mantêm uma superfície saturada em vapor d'água sobre a folha e, segundo Ehleringer & Mooney (1978), esse fator ajuda na diminuição da temperatura e transpiração foliar, que interferem na assimilação de CO₂.

Observou-se a presença de cristais no mesofilo do foliólulos de *S. adstringens*. Turner (2001) e Volk et al. (2002) comentam, em seus estudos, que a presença de cristais é interpretada como uma estratégia de defesa de que as folhas das plantas dispõem contra a herbivoria. Isso acontece, segundo Turner (2001), quando a planta retira do solo cálcio e armazena esse nutriente em suas células, na forma de carbonato ou oxalato de cálcio.

Em secções transversais da lâmina da folha, a epiderme da face adaxial se apresenta unisseriada, com cutícula espessa, mesofilo isobilateral, formado por duas camadas de parênquima paliçádico, sendo este presente em ambas as faces, e na face abaxial encontra-se com uma camada (Figura 1 A-B). Segundo Meneses et al. (2006), essa característica do parênquima paliçádico em ambas as faces pode ser um caráter xeromorfo nas plantas de cerrado. Apresenta feixe vascular colateral envolto por bainha esclerenquimática e o colênquima apresenta tendência para forma angular (Figura 1 A). Segundo Cutter (1987), é normal que o mesofilo isolateral de algumas folhas possa apresentar as células paliçádicas menos desenvolvidas do lado abaxial da folha, como podemos observar em folhas de *S. adstringens*.

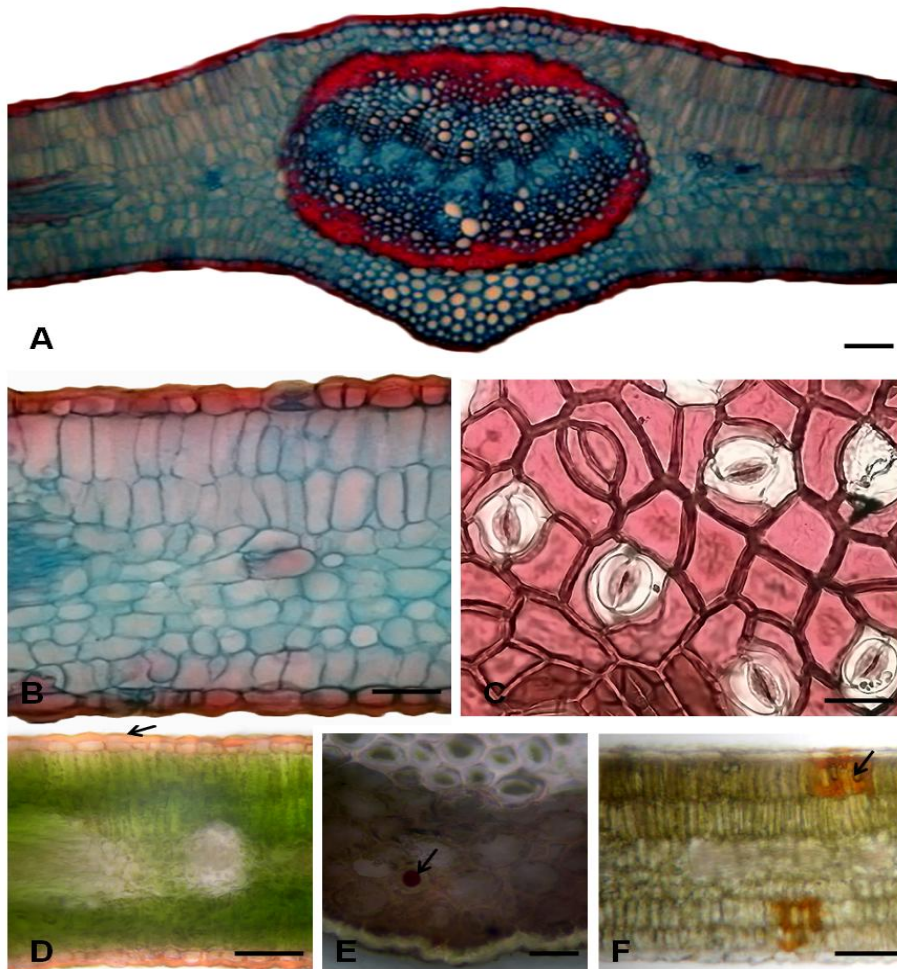


FIGURA 1 (A) Secção transversal da lâmina foliar e da nervura central de *S. adstringens* corada com safrablau. Barra = 50 μ m. (B) Secção transversal da lâmina foliar, evidenciando o mesofilo isobilateral corados com safrablau. Barra = 50 μ m. (C) Secção paradérmica da lâmina foliar, evidenciando estômatos paracítico. Barra = 50 μ m. (D) Teste histoquímico em secção transversal do limbo foliar com sudan IV reagindo positivamente com lipídios localizados em ambas as faces dos foliólulos. Barra = 50 μ m. (E e F) Testes histoquímicos em secção transversal do feixe vascular e limbo foliar reagindo positivamente com compostos fenólicos (taninos) em células do colênquima e ambos os parênquimas, paliçádico e lacunoso. Barra = 50 μ m.

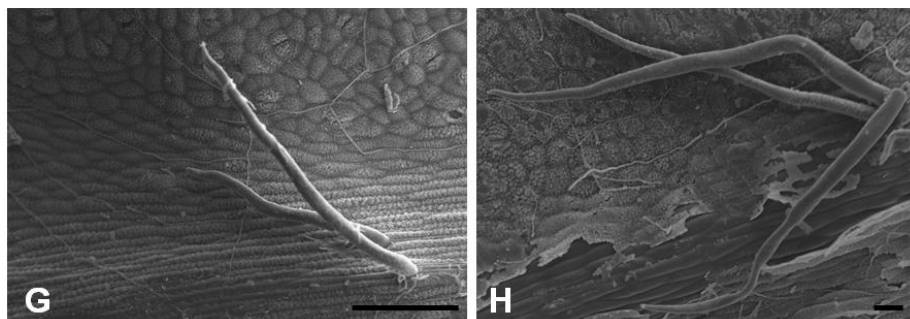


FIGURA 2 (G-H) Secções adaxial da lâmina foliar de *S. adstringens* em microscopia eletrônica de varredura evidenciando tricomas tector unicelular. Barras (G) = 100 e (H) = 20 μm .

A epiderme das faces adaxial e abaxial dos foliólulos de *S. adstringens* apresentou-se em média de 31,82 μm e 28,94 μm , respectivamente, (Tabela 3).

O parênquima paliçádico apresentou-se com uma média de 141,04 μm , e o lacunoso com média de 95,17 μm (Tabela 3). O parênquima paliçádico é o responsável pela fixação de CO_2 e a realização da fotossíntese, ajuda a diminuir a transpiração excessiva, maior proteção contra a radiação solar (filtro solar) e, conseqüentemente, realiza mais fotossíntese (incorporação de esqueleto carbono) pelo fato de suas células serem ricas em cloroplastos. Segundo Bolhar-Nordenkampf & Draxler (1993), folhas de parênquima paliçádico mais espesso apresentam coeficiente de destruição da luz mais alto.

As funções primordiais do parênquima lacunoso são a captação e a distribuição intrafoliar de CO_2 , as espessuras desse tecido, em alguns casos, podem comprometer e limitar a realização da fotossíntese, levando a folha ao estado de clorose e abscisão.

TABELA 3 Espessura dos tecidos da lamina foliar de *S. adstringens* (barbatimão).

Espécimes	Epiderme da face adaxial (µm)	Parênquima. paliçádico (µm)	Parênquima lacunoso (µm)	Epiderme da face abaxial (µm)	Limbo foliar (µm)
1	29,38	152,8	84,32	29,76	370,3
2	29,47	141,34	102,16	28,8	342,93
3	36,6	128,98	99,02	28,26	359,91
Média	31,82	141,04	95,17	28,94	357,71
CV%	13,02	8,45	10,01	2,63	3,86

CV% = coeficiente de variação

Para o índice estomático da epiderme na face adaxial e abaxial os valores encontrados foram de 200,53 e 175,4 estômatos por mm², respectivamente, (Tabela 4). Em relação às mensurações dos estômatos, na face adaxial apresentou valores de diâmetros: polar (29,20 µm) e equatorial (22,11 µm), sendo a razão P/E, (1,34 µm), sendo que, a face abaxial o diâmetro polar foi de (30,64 µm); equatorial (23,50 µm) e a razão P/E foi de (1,31 µm). (Tabela 5).

TABELA 4 Densidade estomática de *S. adstringens*.

Espécimes	Epiderme da face adaxial	Epiderme da face abaxial
1	195,7	162
2	245,7	172,8
3	160,2	191,4
Média	200,53	175,4
CV%	21,42	8,48

Densidade estomática = número de estômatos por mm².

TABELA 5 Diâmetros dos estômatos de *S. adstringens*.

Epécimes	Face	Posição polar (µm)	Posição Equatorial (µm)	Razão P/E
1	Adaxial	28.69	22.19	1.31
2		29,50	22.04	1.35
3		29.41	22.10	1.35
Média		29.20	22.11	1.34
CV%		1.52	0.34	1.73
1	Abaxial	28.95	23.42	1.25
2		31.06	23.71	1.31
3		30.86	23.31	1.33
Média		30.74	23.50	1.31
CV%		1.30	0.85	1.28

A alteração nas características estomáticas, tanto em relação à densidade quanto ao tamanho dos estômatos das plantas, são decorrentes do ambiente onde se encontram, sendo frequente em plantas submetidas a diferentes formas de estresses, a exemplo deste tipo de ambiente, podemos citar a espécie em estudo, a qual é nativa do cerrado (barbatimão) (Castro et al., 2005). A redução no tamanho dos estômatos é um evento reconhecidamente importante na regulação das trocas gasosas, uma vez que folhas com estômatos menores apresentam maior eficiência no uso da água por apresentarem um menor tamanho dos poros estomáticos, condicionando, assim, uma menor perda de água por transpiração (Abrams et al., 1994). O aumento na densidade estomática, aliado à diminuição no tamanho dos estômatos, e uma alternativa ao suprimento adequado de CO₂ necessário à fotossíntese, sem que haja perda excessiva de água em detrimento dos estômatos com poros de menor tamanho (Melo et al., 2007).

5.2 Estudo da casca

Secções transversais da casca, (Figura 3) J, L, M e N. de *S. adstringens*.
I. Detalhe da casca de *S. adstringens*, evidenciando aspectos morfológicos. Parte

interna de coloração avermelhada (asterisco) e parte externa da casca apresentando fissuras e coloração escura (seta). Pode-se observar, por meio do teste histoquímico com vanilina ácida e ácido clorídrico, a 9%, na região do córtex, a presença de células arredondadas e de conteúdo marrom, possivelmente se tratando de células idioblásticas, secretando compostos fenólicos (taninos) (Figura 3) J, L e N (asterisco). Essas observações estão de acordo com as de Sanches et al. (2007) que, em estudos morfológicos comparativos das cascas e folhas de *Stryphnodendron adstringens*, *S. polyphyllum* e *S. obovatum*, também encontraram na casca, na região do córtex, células parenquimáticas com conteúdo pardo, que indica idioblastos taníferos.

Acima da última camada de células do córtex para *S. adstringens* localiza-se a feloderme (seta preta e branca), (Figura 3 J e M), a qual, segundo Mazzoni-Viveiros & Costa (2006), consiste de células parenquimáticas ativas semelhantes ao parênquima cortical, constituída apenas de uma camada de células ou de, no máximo, três ou quatro camadas. Segundo estas autoras, os componentes celulares da feloderme podem desempenhar diferentes funções, como contribuir na capacidade fotossintética da planta e na produção de compostos fenólicos, formando estruturas secretoras ou, ainda, originando esclereides.

Acima da feloderme está localizado o felogênio, que é um meristema lateral que origina a periderme. Na figura (3 M, cabeça de seta preta) pode ser observado felogênio com tipos de célula bifaciais retangulares, radialmente achatadas e apresentando contornos retangulares, onde, por sua vez, produz o felema e algumas poucas camadas de células da feloderme. De acordo com Mazzoni-Viveiros & Costa (2006), a atividade do felogênio na maioria das plantas ocorre apenas uma vez, enquanto em alguns casos ela pode ser reativada por dois ou mais períodos de atividades. As autoras comentam, ainda, que a instalação e a atividade do felogênio podem variar de acordo com a planta, nos

diferentes órgãos de uma mesma planta e, ainda, em diferentes áreas de um mesmo órgão.

Na região do felema (Figura 3 M) asterisco, podem ser observadas células idioblásticas com substâncias taníferas. Estas células ainda podem apresentar formatos retangulares, quadrados, arredondados e paliçádicos. Ainda na mesma figura pode-se observar o arranjo das células de forma compacta, sem espaços intercelulares, espessas tangencialmente. Essas células são desprovidas de conteúdos visíveis, e com a utilização da vanilina ácida, observou-se a presença de compostos fenólicos.

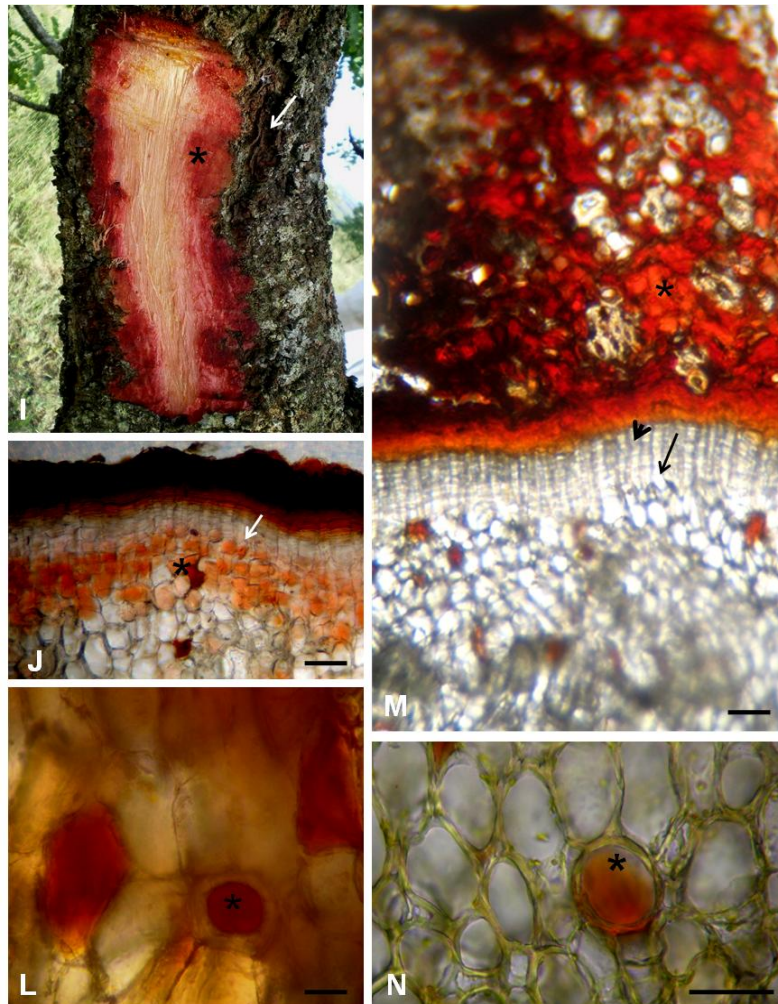


FIGURA 3 (I) Características morfológicas da casca de *S. adstringens*. Parte interna de coloração avermelhada (asterisco). Parte externa da casca apresentando fissuras e coloração escura (seta). Figura 3 J, L e N (asterisco), secções transversais da região do córtex, com presença de células idioblásticas, secretando compostos fenólicos (taninos). (Figura 3 J e M), localiza-se a feloderme (seta preta e branca). (Figura 3 M) secção transversal da casca, mostrando o felogênio (cabeça de seta preta). (Figura 3 M) asterisco, felema com células idioblásticas com substâncias taníferas. Barras 50 μm = J, L, N e N.

6 CONCLUSÃO

Os foliólulos de *S. Adstringens* possui cutícula espessa, mesofilo isobilateral, anfistomática, isso indica tendência a xeromorfia nos foliólulos. Apresenta presença marcante de lipídios, compostos fenólicos (taninos) em ambas as faces da epiderme e no mesofilo. Sobre a nervura central foram observados poucos tricomas.

A casca de *S. Adstringens* possui células idioblásticas, secretando taninos na região do córtex e região de felema.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMS, M. D.; KUBISKE, M. E.; MOSTOLLER, S. A. Relating wet and dry year ecophysiology to leaf structure in contrasting temperate tree species. **Ecology**. Washington. v. 75, n. 1, p. 123 – 133, 1994.

ALMEIDA, N. F. de; MORI, F. A.; GOULART, S. L.; MENDES, L. M.; RIBEIRO, A. O. Rendimentos em taninos das folhas de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens*] em diferentes períodos de coleta visando a produção de adesivo para a madeira. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 11., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA, 2008. p. 5-8.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

ANGYALLOSSY-ALFONSO, V.; RICHTER, H. G. Wood and bark anatomy of *Buchenavia* Eichl. (Combretaceae). **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 12, n. 1, p. 132-141, 1991.

BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospema do Brasil**. Viçosa, MG: UFV, 1991. v. 2, 326 p.

BARUCH, Z.; PATTISON, R. R.; GOLDSTEIN, G. Responses to light and water availability of four invasive Melastomataceae in the Hawaiian islands. **International Journal of Plant Science**, Amsterdam, v. 161, n. 1, p. 107-118, Jan. 2000.

BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R.; DRAXLER, G. Functional leaf anatomy. In: HALL, D. O. (Ed.). **Photosynthesis and production in a changing environment**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 91-112.

BOTREL, R. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingá, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 195-213, mar./abr. 2002.

CAMPOS, A. C. M.; MORI, F. A.; RIOS, P. D.; TRUGILHO, P. F.; MENDES, L. M. Extração aquosa de taninos a partir de folha de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão). In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRAS, 10., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EDUSP, 2006. p. 7-8.

CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; MELO, H. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; LIMA - JÚNIOR, E. C. Aspectos anatômicos e fisiológicos de plantas de guaco submetidas a diferentes fotoperíodos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 846 – 850. 2005.

CHAZDON, R. L.; KAUFMANN, S. Plasticity of leaf anatomy of two rain forest shrubs in relation to photosynthetic light acclimation. **Functional Ecology**, Oxford, v. 7, n. 1, p. 385-394, 1993.

CINTRON, G. Variation in size and frequency of stomata with altitude in the Luquillo Mountains. **Office of Information Service**, San José, v. 9, p. 133-135, 1970.

COLEY, P. D. Herbivory and defensive characteristic of tree species in a lowland tropical forest. **Ecological Monographs**, Washington, v. 53, n. 2, p. 209-233, 1983.

CUTTER, E. G. **Anatomia vegetal**: experimento e interpretação: parte II, órgãos. São Paulo: Roca, 1987. 336 p.

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

DUDLEY, E. C. Adaptive radiation in the Melastomataceae along an altitudinal gradient in Peru. **Biotropical**, Lawrence, v. 10, n. 2, p. 134-143, 1978.

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

EHLERINGER, J. R.; MOONEY, H. A. Leaf hairs: effect on physiological activity and adaptative value to a desert shrub. **Oecologia**, Berlin, v. 37, p. 183-200, 1978.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FAHN, A. Structural and functional properties of trichomes of xeromorphic leaves. **Annals of Botany**, London, v. 57, n. 1, p. 631-637, 1986.

FAHN, A. **Plant anatomy**. Oxford: Pergamon, 1990. 544 p.

FELFILI, J. M.; BORGES FILHO, H. C. **Extrativismo racional da casca de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* Mart Coville)**. Brasília: UnB, 2004. 31 p.

FERREIRA, D. F. **Sistema de Análises Estatísticas - SISVAR**. Versão 4.3. Lavras: UFLA, 1999. Software.

FERRI, M. G. Transpiração nos principais ecossistemas brasileiros e em espécies cultivadas no Brasil. In: _____. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. São Paulo: EPU, 1986. v. 1, p. 25-74.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; GUSTÓDIO, D. dos S.; ANTUNES, C. S. Uso de silício como indutor de resistência em batata *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera; Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 185-190, mar./abr. 2008.

GOULART, S. L.; MORI, F. A.; ALMEIDA, N. F. de; MENDES, L. M.; RIBEIRO, A. O. Obtenção de taninos a partir das folhas de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] em diferentes granulometrias visando a produção de adesivos. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 1., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA, 2008. p. 7-9.

HANDRO, W. Escleromorfismo foliar e nutrição mineral de *Gomphrena prostrata* (Mart.). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 38, p. 225-242, 1966.

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**, Goiânia, v. 35, n. 3, p. 163-169, 2005.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw Hill Book, 1940. 523 p.

- JUSTO, C. F. Leaf anatomical plasticity of *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 111-123, 2005.
- LABORIAU, L.C., OLIVEIRA, J.C. & LABORIAU, F.M.L.S. Transpiração de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Veloso. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 5, p. 248-251. 1961.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.
- LEWIS, M. G. The physiological significance of variation in leaf structure. **Science Progress**, Northwood, v. 60, p. 25-51, 1972.
- LIMA JÚNIOR, E. C. Aspectos fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 33-41, jan./fev. 2006.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998. v. 2, 164 p.
- MACE, M. E.; HOWELL, C. R. Histochemistry and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. **Canadian Journal Botany**, Ottawa, v. 52, p. 2423-2426, 1974.
- MAUSETH, J. D. **Plant anatomy**. Sacramento: Menlo Park, 1988. 560 p.
- MAZZONI-VIVEIROS, S. C.; COSTA, C. G. Periderme. In: APEZZATO-DAGLORIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (Ed.). **Anatomia vegetal**. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 237-263, 438 p.
- MCKEY, D.; WATERMAN, P. G.; MBI, C. N. Phenolic content of vegetation in two African rain forest: ecological implications. **Science**, Washington, v. 202, p. 61-64, 1978.
- MEDRI, M. E.; LLERAS, E. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Müell. Arg. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 10, n. 3, p. 463-493, 1980.
- MELO, H. C.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; MELO, L. A.; ALVES, J. D. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf ex Massey e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico. **Hoehnea**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 145 – 153. 2007.

MENEZES, N. L. de; SILVA, D. da C.; PINNA, G. F. de M. Folha. In: APEZZATO-DA-GLORIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (Ed.). **Anatomia vegetal**. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 110-134, 438 p.

MEZIANE, D.; SHIPLEY, B. Interacting determinants of specific leaf area in 22 herbaceous species: effects of irradiance and nutrient availability. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 22, n. 1, p. 447-459, 1999.

MILANEZ, F. R. Nota sobre a anatomia da folha de *Coccoloba cereifera* Schwacke. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 26, p. 23-39, 1951.

MOLE, S.; ROSSO, J. A. M.; WATERMAN, P. G. Lightinduced variation in phenolic levels in foliage of rain-forestplants: I., chemical changes. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 14, n. 1, p. 1-21, 1988.

MORRETES, B. L. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado III. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP**, São Paulo, v. 24, p. 7-32, 1969.

MORRETES, B. L.; FERRI, M. G. Contribuição ao estudo da anatomia de folhas de plantas do cerrado. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP**, São Paulo, v. 16, p. 7-70, 1959.

MOTT, K. A.; GIBSON, A. C.; O'LEARY, J. W. The adaptative significance of amphistomatic leaves. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 5, p. 455-460, 1982.

NIINEMETS, U. Components of leaf dry mass per area thickness and density alter leaf photosynthetic capacity in reverse directions in woody plants. **New Phytologist**, Cambridge, v. 144, n. 2, p. 35-47, 1999.

NODA, H.; MURAOKA, H.; WASHITANI, I. Morphological and physiological acclimation responses to contrasting light and water regimes in *Primula sieboldii*. **Ecological Research**, Carlon South, v. 19, n. 4, p. 331-340, 2004.

OLIVEIRA, A. L. S.; ELIAS, S. R. de M.; FIGUEIREDO, A. D. L. Anatomia foliar em plantas adultas de *Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville (Mimosaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 321-323, 2007.

- PANIZZA, S. Contribuição ao estudo morfológico e anatômico de *Jacaranda caroba* (Velloso) DC. Bignoniaceae. **Revista da Faculdade de Farmácia e Bioquímica de São Paulo**, São Paulo, v. 5, p. 93-106, 1967.
- PASSOS, M. A. B.; MENDONÇA, M. S. Epiderme dos segmentos foliares de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) em três fases de desenvolvimento. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 4, p. 431-436, 2006.
- PAVIANI, T. I. Anatomia vegetal e cerrado. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, p. 1077-1086, 1978.
- PAVIANI, T. I.; FERREIRA, M. L. Anatomia foliar de *Plathymenia reticulata* Benth. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 159-176, 1974
- RICHTER, H. G.; MAZZONI-VIVEIROS, S. C.; SEGALA-ALVES, E.; LUCHI, A. E.; COSTA, C. G. Padronização de critérios para a descrição anatômica da casca: lista de características e glossário de termos. **IF Série Registros**, São Paulo, n. 16, p. 1-25, 1996.
- RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. São Paulo: EDUSP, 1976. 229 p.
- SANCHES, A. C. C.; LOPES, G. C.; TOLEDO, C. E. de M.; SACRAMENTO, L. V. D.; SAKURAGUI, C. M.; MELLO, J. C. Estudo morfológico comparativo das cascas e folhas de *Stryphnodendron adstringens*, *Stryphnodendron polyphyllum* e *Stryphnodendron obovatum* – Leguminosae. **Latin American Journal of Pharmacy**, Buenos Aires, v. 26, n. 3, p. 362-368, 2007.
- SANTOS, S. C.; COSTA, W. F.; RIBEIRO, J. P.; GUIMARÃES, D. O.; FERRI, P. H.; FERREIRA, H. D.; SERAPHIN, J. C. Tannin composition of barbatimão species. **Fitoterapia**, Milano, v. 73, n. 2, p. 292-299, 2002.
- SMITH, W. K.; NOBEL, P. S. Influence of irradiation, soil water potential, and leaf temperature on leaf morphology of a desert broadleaf, *Encelia farinosa* Gray (Compositae). **American Journal of Botany**, Columbus, v. 65, n. 4, p. 429-432, 1978.
- SOFFIATTI, P.; ANGYALLOSSY-ALFONSO, V. Estudo anatômico comparativo do lenho de duas espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 175-184, jan./mar. 1999.

SULTAN, S. E. Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development. **Evolution & Development**, Oxford, v. 5, n. 1, p. 25-33, Jan. 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 721 p.

TURNER, I. M. **The ecology of trees in the tropical rain forest**. New York: Cambridge University, 2001. 316 p.

TURNER, I. M.; ONG, B. L.; TAN, H. T. W. Vegetation analysis, leaf structure and nutrient status of a Malaysian heath community. **Biotropica**, Lawrence, v. 27, n. 1, p. 2-12, Feb. 1995.

VOLK, G.; LYNCH-HOLM, V.; KOSTMAN, T.; FRANCESCHI, V. R. The role of druse and raphide calcium oxalate crystals in tissue calcium regulation in *Pistia stratiotes* leaves. **Plant Biology**, Stuttgart, v. 4, n. 1, p. 34-45, Jan. 2002.

CAPÍTULO 3

Anatomia comparada do lenho de raiz, tronco e galho de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville]

1 RESUMO

Stryphnodendron adstringens (barbatimão), espécie típica do cerrado brasileiro, pertencente a família Fabaceae e subfamília Mimosoideae. Tem sua importância econômica por apresentar em suas folhas e cascas grandes porcentagens de taninos. O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as estruturas anatômicas do lenho de raiz, tronco e galho de três espécimes de barbatimão, com as prováveis adaptações para o ambiente de cerrado. Amostras de madeira do tronco foram retiradas em relação à altura total do tronco até a primeira bifurcação a (0, 25, 50, 75 e 100%). Retiraram-se amostras dos galhos em relação à altura total dos galhos (galho 1 e galho 2) a (0, 25, 50, 75 e 100%) e as amostras de madeira das raízes foram retiradas a 40 cm de profundidade do solo. Os corpos-de-prova de, aproximadamente, 1,5 cm x 2,0 cm x 2,0 cm, conforme recomendações da Comisión Panamericana de Normas Técnicas - COPANT (1974). As análises anatômicas qualitativas e quantitativa, foram realizadas seguindo as orientações de International Association of Wood Anatomists - IAWA (1989) e as normas de procedimentos em anatomia da madeira, propostas por Coradin & Muñiz (1992). Houve variação qualitativa e quantitativa entre o lenho de raiz, tronco e galho. Camadas de crescimento distintas, demarcadas por achatamento radial e espessamento das paredes das fibras no final do lenho tardio, tanto para o tronco quanto para o galho, na raiz, encontram-se pouco definidas. Porosidade difusa. Apresenta vasos solitários, geminados e também múltiplos de três, quatro e cinco, para ambos os órgãos estudados. Placas de perfuração simples, apêndices em uma ou ambas as extremidades dos elementos de vaso. Pontoações intervasculares areoladas alternas e com guarnições, tanto para raiz, tronco e galho. Pontoações raios-vasculares são semelhantes às intervasculares para ambos os órgãos estudados. Parênquima paratraqueal vasicêntrico e, às vezes, confluyente, pela proximidade dos poros e raro parênquima aliforme, observado tanto em raiz quanto em tronco e galho. Porém, no galho está mais evidente. Raios predominantemente unisseriados com dois tipos de altura, baixos e altos para os três órgãos estudados. Apresentam também raios multisseriados, com dois tipos de alturas, baixos e altos, com até três células de largura, tanto para a raiz quanto para o tronco e galho. Corpo dos raios formado por células procumbentes. Cristais

presentes nas células dos parênquimas axiais e radiais e também nas fibras para raiz, tronco e galho. Houve variação quantitativa para frequências de vasos, paredes das fibras e largura dos raios.

Palavras chave: *Stryphnodendron adstringens*, anatomia, madeira, raiz, tronco e galho.

2 ABSTRACT

Stryphnodendron adstringens (barbatimão), a species typical to the Brazilian cerrado, belonging to the family Fabaceae and subfamily Mimosoideae. It has its economic importance from presenting in its leaves and barks great percentages of tannins. The work was conducted with the purpose of evaluating the anatomic structures of the lenho of root, trunk and branch of three barbatimão specimens with the likely adaptations to the cerrado environment. Samples of wood of the trunk were taken in relation to the total height of the trunk as far as the first (0, 25, 50, 75 and 100%). Samples of the branches in relation to the total height of the branches (branch 1 and branch 2) at (0, 25, 50, 75 and 100%) were retiradas and the samples of wood of the roots at 40 cm deep of soil were taken. Os corpos-de-prova were about 1.5 cm x 2.0 cm x 2,0 cm, according to the recommendations of Commission Panamericana de Normas Técnicas - COPANT (1974). The qualitative and quantitative anatomic analyses were performed following the instructions of International Association of Wood Anatomists - IAWA (1989) and the procedure normas in wood anatomy proposed by Coradin & Muñiz (1992). There was both qualitative and quantitative variation among the lenho of root, trunk and branch. Distinct layers of growth, demarcadas by radial achatamento and thickening of the wall of the fibers at the end o the late lenho both for the trunk and for the branch; in the root they were little defined. Diffuse porosity presents solitary vessels, geminated and also multiple of three, four and five for both the studied organs. Placas de perfuração simples, apêndices at one or both the tips of the elements of vessel. Alternate aerolated intervascular pits and with uarnições, both for the root, trunk and branch. Ray-vascular pits are similar to the intervascular ones for both the studied organs. Vasicentric paratracheal parenchyma and, sometimes, confluent because of the closeness of the pores and rare aliform, observed both in root and in trunk and branch. But, in the branch, it is more clear-cut. Predominately uniseriate rays with two types of height, short and high for the three studied organs. They also show multiseriate rays with two types of heights, short and low, with even three cells in breadth, both for the root and for the trunk and branch. Body of the rays made up of procumbent cells. Crystals present in the cell of the axial and radial parenchymas and also in the fibers for root, trunk and branch. There was quantitative variation from frequencies of vessels, walls of the fibers and breadth of the rays.

Key words: *Stryphnodendron adstringens*, anatomy, wood, root, trunk and branch.

3 INTRODUÇÃO

Stryphnodendron adstringens, espécie conhecida popularmente como barbatimão, pertence à família Fabaceae e à subfamília Mimosoideae. A família Fabaceae é uma das maiores entre as angiospermas eudicotiledôneas. Conhecida vulgarmente como leguminosa, apresenta ampla distribuição geográfica, sendo constituída por 19.325 espécies, distribuídas em aproximadamente 727 gêneros. Atualmente é constituída por três subfamílias: Caesalpinioideae, Papilionoideae e Mimosoideae (Lewis et al., 2005).

O barbatimão é uma espécie típica de vegetação do cerrado e apresenta ampla distribuição geográfica no país (Almeida et al., 1998; Lorenzi, 1998). No centro-oeste, ocorre nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Tocantins; no nordeste; em Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco e Piauí; no norte, ocorre no Pará e, no sudeste, em Minas Gerais e em São Paulo.

Árvore de pequeno porte, com altura entre 2 a 8 metros, essa espécie é de utilização principalmente medicinal, em função da presença de taninos (Almeida et al., 1998). Segundo 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 na casca da planta. Nesse contexto, 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).

Existem vários estudos anatômicos relacionados à madeira. Nas espécies brasileiras, esses estudos têm sido realizados, principalmente, com plantas arbóreas, muitas delas pertencentes à família Fabaceae (Leguminosae), tratando de aspectos ecológicos, taxonômicos e econômicos, como o gênero *Ormosia* (Loureiro & Lisboa, 1979). Podem-se citar os trabalhos de Marcati et al. (2001), com *Copaifera langsdorffii* em floresta e cerrado; de Lima et al. (2009), com

anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Leguminosae-Mimosoideae), ocorrente em dois ambientes e de Silva et al. (2009), com estudos anatômicos e de densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do nordeste brasileiro.

Entre os estudos anatômicos do lenho de *Stryphnodendron adstringens*, encontram-se os trabalhos de Détienne & Jacque (1983), com descrições para o gênero *Stryphnodendron*; de Montefusco (2005), que estudou a anatomia do caule de *Stryphnodendron adstringens*, comparando os elementos anatômicos do xilema nos diferentes pontos amostrais da topossequência, verificou tendência de adaptação ecológica dos mesmos entre indivíduos em relação à disponibilidade hídrica e às características do solo.

Observando-se os estudos sobre a anatomia do lenho, constata-se que eles têm sido realizados preferencialmente sobre caules, sendo poucos os que tratam do lenho de raízes (Gasson & Cutler, 1990). O provável motivo para esta 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 (Prakasch, 1972; Cutler, 1976). Os poucos trabalhos encontrados são os de Ranjani & Krishnamurthy (1987), Ewers et al. (1997), Machado et al. (1997), Psaras & Sofroniou (2004) e Goulart & Marcatti (2008), que são de grande valor, pois as variações estruturais entre a raiz e caule têm auxiliado no entendimento das adaptações ecológicas das espécies (Machado et al., 1997).

Ao se tratar de cerrado brasileiro, o número de estudos anatômicos comparados aos do lenho de raiz e caule de plantas, são menores ainda, podendo-se citar os de Machado et al. (1997), que compararam anatomicamente o lenho de raiz e caule de *Styrax camporum* (Styracaceae) e de Goulart & Marcatti (2008) que compararam o lenho de raiz e caule de *Lippia salviifolia* em ambiente de cerrado do estado São Paulo.

Em função dos poucos trabalhos e da importância da espécie, o presente trabalho vem contribuir com informações sobre a anatomia estrutural da madeira de raiz, tronco e galho de *S. adstringens* (barbatimão) e correlacionar as características anatômicas estruturais da raiz, tronco e galho com as prováveis adaptações ecológicas da espécie no ambiente de cerrado, visando à sua sustentabilidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 A área de coleta

A coleta foi realizada em área de fragmento de cerrado, localizada no município de Lavras, MG. O município localiza-se a 21°15'43 de latitude sul e 45°59'59 de longitude oeste, à altitude de 918,87 m. O clima de Lavras, segundo a classificação climática de Köppen, é Cwa, temperado com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura do mês mais quente em média é de 22,1°C, em fevereiro e dezembro é o mês mais úmido, 295,8 mm. O mês de julho é o mais frio, 15,8°C e seco, 23,4 mm. A precipitação média anual é de, aproximadamente, de 127,41 mm e a temperatura média é de 19,45°C. A estação seca se estende de maio a setembro, com média de precipitação de 40,6 a 72,5 mm.

4.2 Caracterização do solo

Para a caracterização do solo, foram coletadas amostras conforme as recomendações do Laboratório de análise do Solo do Departamento de Ciência do Solo, da Universidade Federal de Lavras. Coletou-se amostra aleatória em toda a área, a 20 cm de profundidade. Essas amostras foram destorroadas e homogeneizadas, sendo retirados 300 g para análise nesse mesmo laboratório. Foram realizadas análises físicas e químicas do solo, seguindo, de forma geral, as recomendações da EMBRAPA (1997).

4.3 Coleta e preparo do lenho

Foram selecionados três espécimes de *S.adstringens* (barbatimão). Amostra de madeira do tronco foi retirada em relação à altura total do tronco até a primeira bifurcação a (0, 25, 50, 75 e 100%). Posteriormente, retiraram-se amostras dos galhos em relação à altura total dos galhos (galho 1 e galho 2) a (0,

25, 50, 75 e 100%). O espécime 3 não se bifurcou. O diâmetro dos galhos foi obtido por meio das médias do galho 1 e do galho 2 para cada espécime. Amostras de madeira das raízes foram obtidas a 40 cm de profundidade, (Figura 1). Os materiais lenhosos (raiz, tronco e galhos) foram cadastrados e, após secagem, foram depositados na Xiloteca da Universidade Federal de Lavras, (Tabela 1). Com o material botânico coletado, prepararam-se exsiccatas que, após identificação botânica, foram depositadas no Herbário Esal, da Universidade Federal de Lavras (Tabela 1).

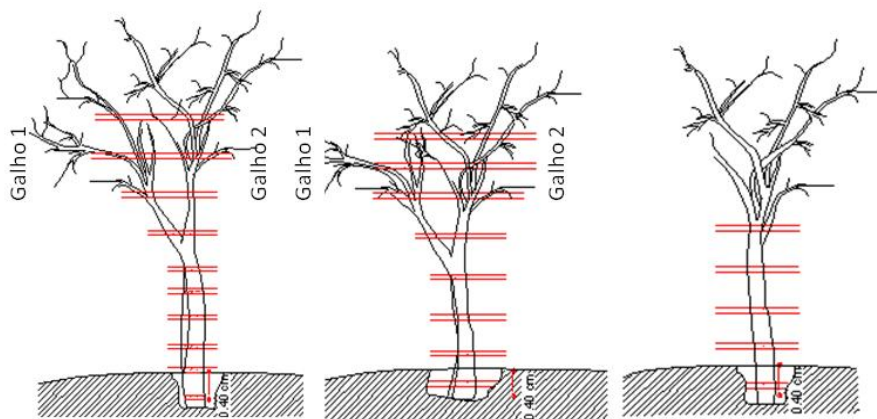


FIGURA 1 Diagrama de perfil mostrando as principais ramificações dos três espécimes de *S. adstringens* (barbatimão). Os traços transversais indicam o local amostrado.

TABELA 1 Informações sobre os espécimes coletados de *S. adstringens* (barbatimão).

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

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

As amostras coletadas foram fixadas em FAA 70 (ácido acético, formaldeído e etanol 70%) (Berlyn & Miksche, 1976) e armazenadas no mesmo fixador. Posteriormente, foram preparados os corpos-de-prova de, aproximadamente, 1,5 cm x 2,0 cm x 2,0 cm, conforme recomendações da COPANT (1974). Cortes histológicos transversais e longitudinais (tangenciais e radiais), com cerca de 15 a 20 µm de espessura, foram obtidos em micrótomo de deslize com navalha tipo C. As secções foram clarificadas em hipoclorito de sódio, a 50%, por, aproximadamente, dois minutos, lavados em água destilada e água acética e corados com azul de astra aquoso a 1% (Roeser, 1972) e safranina aquosa a 1% (Bukatsch, 1972). Após a coloração, os cortes foram desidratados em série etanólica crescente (30, 50, 70, 90, 95 e 100%), passando, ao final, pela solução de acetato de butila para a fixação da coloração nas seguintes concentrações: 1:1 1:3 e acetato puro.

A dissociação dos elementos celulares foi realizada segundo o método de Franklin (1945), modificado por Berlyn & Miksche (1976). Palitos foram

retirados longitudinalmente de cada amostra e colocados em frascos de vidro com solução de ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio 30% (1:1). Os frascos tampados foram levados à estufa, à temperatura de 60°C, por cerca de 24 horas, até que as amostras estivessem esbranquiçadas. O material dissociado foi lavado em água corrente até a retirada total da solução e corado com safranina a 1%, em álcool 50% (Berlyn & Miksche, 1976). As lâminas semipermanentes contendo o material dissociado foram montadas em solução aquosa de glicerina (1:1).

4.4 Estudos anatômicos do lenho da raiz, tronco e galho

As análises anatômicas qualitativas foram realizadas seguindo as orientações propostas pela IAWA (1989) e as normas de procedimentos em anatomia da madeira, propostas por Coradin & Muñiz (1992).

As análises anatômicas quantitativas foram realizadas nos três planos e também no macerado, seguindo-se as recomendações propostas pelo IAWA (1989). Os dados quantitativos foram obtidos em microscópio de luz Olympus BX 51, acoplado à câmara digital Evolution LC e software para análise de imagem (Image-Pro plus) transferida posteriormente para o Excel, para análise estatística.

Nas análises estatísticas utilizou-se o software Sistema de Análise de Variância Para Dados Balanceados, (SISVAR). Realizaram-se análise de variância simples e teste de Tukey, a 5% de significância.

5 RESULTADOS

5.1 Análise de solo

Os dados das análises do solo estão apresentados nas Tabelas 2 e 3. De acordo com os resultados obtidos, o solo da área classificou-se como textura argilosa (Tabela 2).

TABELA 2 Características físicas do solo da área de coleta.

Areia - dag/kg	Silte - dag/kg	Argila - dag/kg	Classe textura
28	17	55	Argilosa

Análises químicas indicam que o solo apresenta pH ácido. De modo geral, os teores de cálcio, fósforo e magnésio encontram-se muito baixos; potássio e matéria orgânica, valores baixos; zinco e manganês, valores entre muito baixos a baixos; elevados valores de alumínio e ferro; baixos valores de boro; cobre com valor médio e zinco em quantidade razoável (Tabela 3).

TABELA 3 Características químicas do solo da área de coleta.

pH	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	(t)	(T)	V	m	ISNa	MO	P-resina	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
H ₂ O	mg/dm ³			cmolc/dm ³			cmolc/dm ³				%	dag/kg	mg/L	mg/m ³							
5,0	0,9	97	-	0,5	0,3	0,6	5,0	1,1	1,6	6,0	17,4	36	-	3,1	10,2	1,7	142,0	9,6	1,4	0,5	8,9

pH = potencial de hidrogênio; P = fósforo; K = potássio; Ca²⁺ = cálcio; Mg²⁺ = magnésio; Al³⁺ = alumínio; H + Al = acidez potencial; SB = soma de bases trocáveis; CTC (t) = capacidade de troca catiônica efetiva; CTC (T) = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V% = saturação/base; m = índice de saturação por alumínio; MO = matéria orgânica; P resina = fósforo; Zn = zinco; Fe = ferro; Mn = manganês; Cu = cobre; B = boro; S = enxofre.

As características qualitativas do lenho de raiz, tronco e galhos, apresentaram camadas de crescimento: distintas, bem definidas e demarcadas por achatamento radial e espessamento da parede das fibras no final do lenho tardio, tanto para a raiz, quanto para o tronco e o galho (Figura 2 A, B e C setas). Porém, para o lenho do tronco e galho, estão mais bem definidas (Figura 2 B e C setas). Poros/vasos: Porosidade difusa, predominantemente solitária (Figura 2 A, B e C). Vasos solitários: com 56% na raiz, 60% no tronco e 68% para o galho. Múltiplos de dois: com 30% na raiz, 14% no tronco e 11% no galho. Múltiplos de três a cinco: encontraram-se, para raiz e também para o tronco com 14% e, para o galho, 11%. Placa de perfuração simples, tanto para a raiz, tronco e galho (Figura 2 D). Fibras com grão de amido (seta branca) e parênquima axial com grãos de amido, seta preta (Figura 2 D). Pontoações intervasculares areoladas alternas e com guarnições, tanto para raiz, como tronco e galho (Figuras 2 e 3, E e G). As pontoações raios-vasculares são semelhantes às intervasculares, para ambos os órgãos estudados (Figuras 2 e 3, F e H).

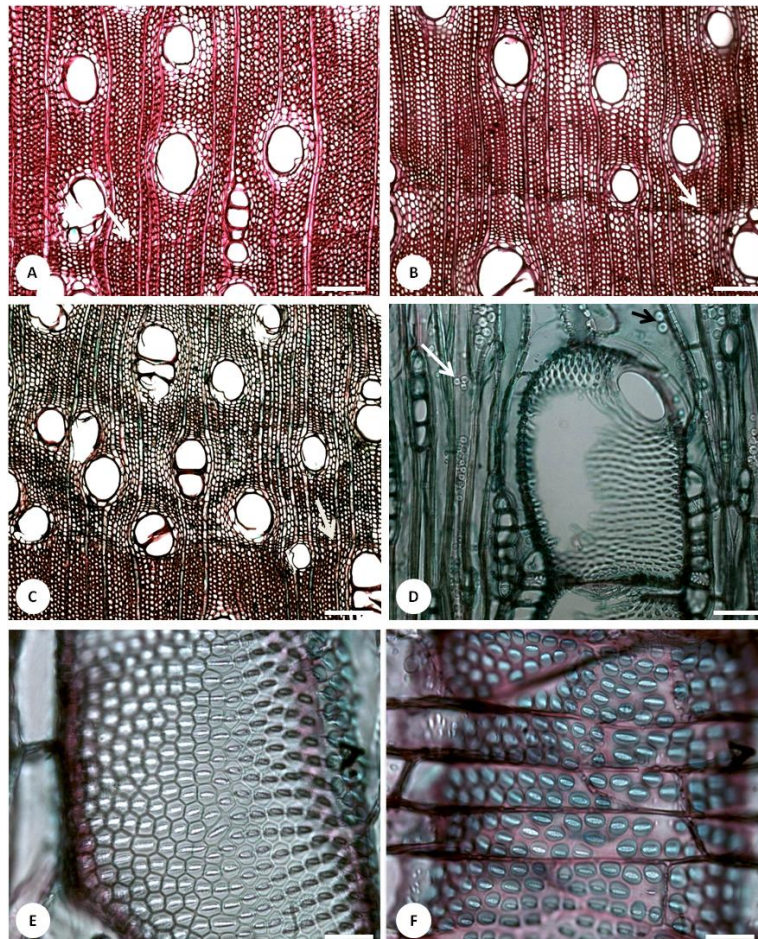


FIGURA 2 A-F Lenho de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão). Secções transversais; (A, B e C) camadas de crescimento distintas (setas) demarcadas por fibras espessadas e achatadas radialmente no final do lenho tardio. A: lenho da raiz. B: lenho do tronco. C: lenho do galho. (A, B e C) notar a porosidade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

Elementos de vasos sem apêndices (Figura 3 I), ou com apêndices em uma ou ambas as extremidades, ocorrendo, ocasionalmente, em elementos de vasos para ambos os órgãos estudados. Fibras com pontuações diminutas, tanto nas paredes tangenciais quanto nas radiais, porém, nas paredes radiais, apresentam-se em maiores quantidades, tanto para a raiz quanto para o tronco e o galho (Figura 3 J). Fibras com conteúdo de amido (Figura 2 D), seta branca, com paredes finas a espessas para os três órgãos (Figura 1 A, B e C) e raríssimas fibras bifurcadas. Parênquima paratraqueal vasicêntrico, às vezes confluyente, pela proximidade dos poros e raros parênquimas aliformes, observando-se tanto em raiz quanto em tronco e galho (Figura 1 A, B e C), com duas (Figura 4 M seta), até cinco células por série, tanto em raiz, tronco e galho (Figura 3 L seta).

Raios: predominantemente unisseriados com duas alturas, baixos e altos para os três órgãos estudados (Figura 4 M e N). Apresentam também raios multisseriados, com dois tipos de alturas, raios baixos e altos, com até três células de largura, tanto para a raiz quanto para o tronco e galho (Figura 4 M e N). Corpo dos raios formado por células procumbentes (Figura 4 O). Conteúdos orgânicos: grãos de amido no parênquima axial (Figura 2 D) seta preta e nas fibras (Figura 2 D), seta branca. Conteúdos inorgânicos: foram observados monocristais nas células dos parênquimas axiais e radiais e também nas fibras para raiz, tronco e galho (Figura 4 P e Q), seta.

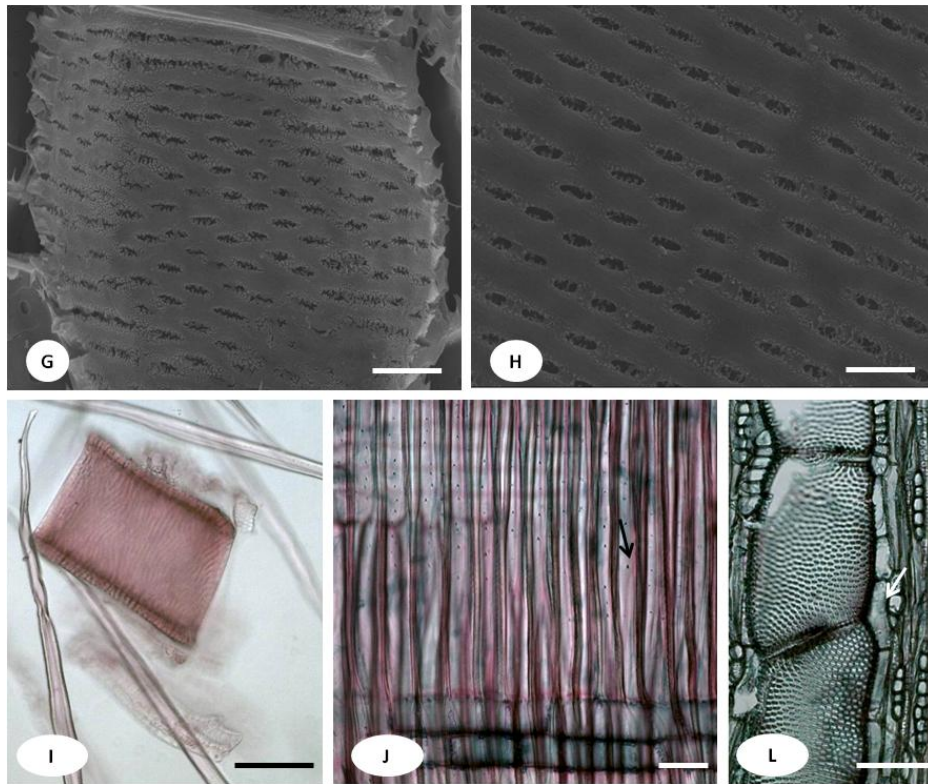


FIGURA 3 G-L Lenho de raiz, tronco e galho de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão). G-H: secções longitudinais, tangencial e radial do lenho de tronco, mostrando detalhes das pontoações intervasculares e raio-vasculares em microscopia eletrônica de varredura. I: elemento de vaso do lenho de raiz sem apêndice. J: secção longitudinal radial do lenho de tronco, mostrando fibras com pontoações diminutas (seta). L: secção longitudinal tangencial de tronco, mostrando séries parenquimáticas (seta). Barra = 10 μm , (G-H). Barra = 100 μm (I e L). Barra = 300 μm (J).

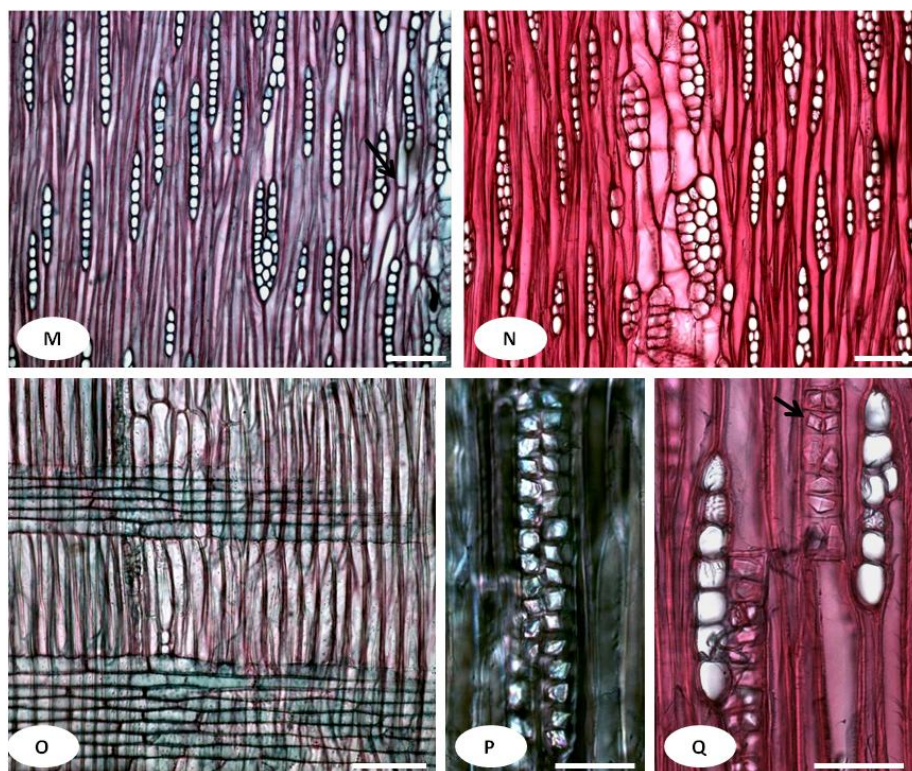


FIGURA 4 M-Q Lenho de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão). M-N: secção longitudinal tangencial do tronco e raiz, mostrando raios em alturas e larguras diferenciadas. O: lenho de raiz, em secção longitudinal radial mostrando o corpo do raio com células procumbentes. P-Q: monocristais em câmaras nas fibras. Barra = 50 μ m (M-N).

As características quantitativas do lenho de raiz, tronco e galho podem ser observadas nas Tabelas 4, 5 e 6. Houve diferença estatística significativa ($P < 0,05$) para frequência de vaso, parede de fibra e largura dos raios, (Tabela 6).

TABELA 4 Características quantitativas entre os três espécimes de *S. Adstringens* (barbatimão).

Nº. amostras	Org.	Vasos			Fibras				Raios				Pontoações	
		Comp. (µm)	Diâm. (µm)	Freq. N. mm ²	Comp. (µm)	Diâm. (µm)	Esp. parede (µm)	Freq. nº mm ²	Larg. raios maiores (µm)	Larg. raios menores (µm)	Altura raios maiores (mm)	Altura raios menores (mm)	Intervascular (µm)	Raiovascular (µm)
268	R	275,67	121,66	9,93	724,54	13,30	4,24	9,87	19,66	16,85	0,24	0,11	3,99	4,42
269	T	235,68	135,81	10,57	716,32	16,34	4,86	10,41	21,56	18,92	0,26	0,13	3,62	4,06
270	G	279,33	119,95	17,20	673,44	15,51	3,84	10,59	19,56	17,53	0,26	0,11	4,49	5,06
271	R	272,61	143,93	14,33	748,30	15,52	4,90	8,90	19,39	16,48	0,20	0,08	3,84	3,77
272	T	267,56	141,14	13,19	721,43	12,23	3,68	9,98	21,12	17,07	0,23	0,08	3,80	4,54
273	G	271,40	124,27	26,91	683,73	12,20	3,48	8,69	19,12	17,39	0,21	0,08	3,90	3,28
274	R	294,64	155,88	11,13	770,64	16,94	5,11	10,70	21,38	18,30	0,26	0,12	5,45	5,04
275	T	283,57	130,80	15,33	721,56	11,70	3,89	10,91	21,11	17,44	0,25	0,11	5,37	4,90

Nº = número; Org. = órgão; Comp. = comprimento; Diâm = dimetro; Freq = frequência ; Esp. = espessura; Larg. = largura; Int. = intervasculares; R = raiz; T = tronco; G = galho.

TABELA 5 Análise quantitativa do lenho de raiz tronco e galho de *S. adstringens* (barbatimão).

	Características	Órgão	Máximo	Mínimo	Média	DP	CV%
Vasos	Comprimento (µm)	Raiz	404,87	160,87	277,20	55,81	19,97
		Tronco	504,84	95,85	273,02	67,75	25,86
		Galho	469,43	102,17	273,93	61,68	22,38
	Diâmetro (µm)	Raiz	232,17	62,93	139,34	32,29	22,99
		Tronco	203,10	48,13	135,87	27,23	20,04
		Galho	213,45	51,43	121,92	28,84	23,66
	Frequência (mm ²)	Raiz	25,00	4,00	12,40	4,16	34,77
		Tronco	43,00	5,00	13,20	5,98	45,96
		Galho	59,00	6,00	21,73	9,26	42,86
Fibras	Comprimento (µm)	Raiz	1.105,35	483,80	749,05	128,08	16,85
		Tronco	1.095,63	328,31	723,82	113,36	15,66
		Galho	1.123,92	387,29	679,92	104,35	15,35
	Diâmetro (µm)	Raiz	22,60	8,31	15,20	3,11	20,41
		Tronco	31,00	6,19	13,42	3,83	28,53
		Galho	22,92	6,38	14,09	3,34	23,69
	Parede (µm)	Raiz	7,40	1,44	4,99	1,11	23,35
		Tronco	7,75	1,16	4,14	0,94	22,63
		Galho	7,31	1,15	3,68	0,82	22,29
Raios maiores	Altura (mm)	Raiz	0,37	0,15	0,23	0,05	19,66
		Tronco	0,49	0,16	0,25	0,05	19,96
		Galho	0,40	0,15	0,24	0,05	20,89
	Largura (µm)	Raiz	37,50	10,80	20,14	5,47	27,17
		Tronco	39,70	10,80	21,26	5,82	27,36
		Galho	36,10	10,80	19,34	9,33	48,23
Raios menores	Altura (mm)	Raiz	0,18	0,02	0,10	0,03	27,79
		Tronco	0,19	0,01	0,11	0,03	27,68
		Galho	0,17	0,02	0,10	0,03	25,66
	Largura (µm)	Raiz	31,30	10,50	17,21	4,45	25,85
		Tronco	36,10	10,50	17,81	4,82	27,09
		Galho	32,50	10,80	17,46	4,52	26,19

“...continua...”

“TABELA 5, Cont.”

Raios	Frequência (mm)	Raiz	16,00	5,00	9,82	2,47	25,10
		Tronco	16,00	5,00	10,43	2,34	22,46
		Galho	17,00	5,00	9,64	2,49	25,85
Pontoações	Intervasculares (µm)	Raiz	6,91	2,49	4,42	1,00	22,70
		Tronco	7,25	2,78	4,25	0,97	23,01
		Galho	6,54	2,90	4,20	0,73	17,17
	Raio-vasculares (µm)	Raiz	6,92	2,56	4,40	0,88	20,03
		Tronco	6,64	2,25	4,50	0,87	19,41
		Galho	6,92	1,92	4,18	1,22	29,12

TABELA 6 Análise quantitativa do lenho de raiz tronco e galho de *S. adstringens* (barbatimão).

Características	Órgão	Média		CV%	Erro Padrão	
Vasos	Comprimento (µm)	Raiz	277,20	a	20,21	15,187
		Tronco	273,02	a		
		Galho	273,93	a		
	Diâmetro (µm)	Raiz	139,34	a	22,54	8,22
		Tronco	135,87	a		
		Galho	121,92	a		
	Frequência (mm ²)	Raiz	12,40	a	40,15	1,66
		Tronco	13,20	a		
		Galho	21,73	b		
Fibras	Comprimento (µm)	Raiz	749,05	a	14,86	27,89
		Tronco	723,82	a		
		Galho	679,92	a		
	Diâmetro (µm)	Raiz	15,20	a	22,17	0,82
		Tronco	13,42	a		
		Galho	14,09	a		
	Parede (µm)	Raiz	4,99	a	21,96	0,2457
		Tronco	4,14	a		
		Galho	3,68	b		

“...continua...”

“TABELA 6, Cont.”

		Raiz	4,42	a		
Pont. Intervasculares	Diâmetro (µm)	Tronco	4,25	a	21,80	0,11
		Galho	4,20	a		
		Raiz	4,40	a		
Pont. Raio-vascular	Diâmetro (µm)	Tronco	4,50	a	22,24	0,11
		Galho	4,18	a		
		Raiz	0,23	a		
Raios maiores	Altura (mm)	Tronco	0,25	a	11,69	0,0076
		Galho	0,23	a		
		Raiz	20,14	a		
Raios menores	Largura (µm)	Tronco	21,26	a	9,56	0,52
		Galho	19,34	b		
		Raiz	0,10	a		
Raios menores	Altura (mm)	Tronco	0,11	a	18,48	0,0051
		Galho	0,10	a		
		Raiz	17,21	a		
Raios	Frequência (mm)	Tronco	17,81	a	7,9	0,37
		Galho	17,46	a		
		Raiz	9,82	a		
Raios	Frequência (mm)	Tronco	10,43	a	11,58	0,31
		Galho	9,64	a		
		Raiz	9,82	a		

6 DISCUSSÃO

Em termos gerais, no presente trabalho, a estrutura anatômica de *S. adstringens* está de acordo com as descrições prévias realizadas para o gênero por Détienne & Jacque (1983).

Observou-se no lenho da espécie em estudo, camadas de crescimento distintas, demarcadas por achatamento radial das fibras presentes no lenho de raiz, tronco e galho, no entanto, no lenho de raiz estão menos demarcadas, estando de acordo com o que foi proposto por Lebedenko (1962) e Brown (1971). Estes autores comentam em seus estudos que há menor evidência de camadas de crescimento no lenho de raízes quando comparado com o de caules. As condições ambientais mais uniformes do solo poderiam explicar a menor evidência de camadas de crescimento no lenho de raízes.

Porém, nos estudos realizados por Dias-Leme (1994), Machado et al. (1997) e Esemann-Quadros (2001), em espécies brasileiras, demonstrou-se presença de camadas de crescimento bem definidas no lenho de raízes, opondo-se com o que foi descrito por Lebedenko (1962) e Brown (1971). Goulart & Marcati (2008), analisando o lenho de raiz e caule de *Lippia salviifolia*, ocorrentes em área de cerrado, também observaram a presença de camadas de crescimento distintas e bem demarcadas. Segundo as autoras, as raízes de *L. salviifolia* são superficiais, com menos de um metro de comprimento, e o solo da área é de textura arenosa, ou seja, está sujeito à deficiência hídrica que ocorre no solo nos períodos de seca.

O solo da área da espécie em estudo tem textura argilosa, o que pode estar proporcionando uma melhor proteção e condição de retenção de água para as raízes de *S. adstringens*. Já nos troncos e galhos, as camadas de crescimento bem definidas nos espécimes pode estar demonstrando uma resposta da planta às

condições adversas do ambiente, com a baixa disponibilidade de água durante o período de estiagem (média da estação seca entre 40,6 a 72,5 mm).

Segundo Worbes (1995), para espécies de regiões tropicais, uma estação seca com duração de dois a três meses no ano, com precipitação menor que 60 mm, é a condição ambiental necessária para que as espécies formem camadas de crescimento em seu lenho. Na região de estudo, a estação seca estende de maio a setembro, com média de precipitação de 40,6 a 72,5 mm e isso pode estar provocando a formação de camadas de crescimento nos lenhos de *S. adstringens*. Marcati et al. (2006), ao analisarem o lenho de 48 espécies em camadas de crescimento de espécies lenhosas de cerrado, verificaram que 61% delas possuíam camadas bem definidas e 33% apresentaram camadas de crescimento pouco definidas.

O lenho de *S. adstringens* encontra-se com porosidade difusa para ambos os órgãos estudados, o que está de acordo com Montefusco (2005), em estudos com anatomia ecológica do lenho de *S. adstringens* ocorrente no Paraná. Lima et al. (2009) e Silva et al. (2009) observaram porosidade difusa em lenho de *Enterolobium contortisiliquum* e *Caesalpinia pyramidalis*, respectivamente, ambas da família Fabaceae. Segundo Alves & Angyalossy-Alfonso (2000), encontrar lenho com porosidade difusa é muito frequente em espécies lenhosas da flora do Brasil ocorrentes em vários ecossistemas. Mesmo que a porosidade acompanhe as condições ambientais, caracterizando muitas vezes os parâmetros dos anéis de crescimento, neste caso, para o *S. adstringens*, a porosidade difusa parece ser uma característica genética da espécie.

A presença de placas de perfuração simples em vasos para *S. adstringens* pode estar relacionada com as pontoações guarnecidas. Geralmente, táxons com pontoações guarnecidas têm placas de perfuração simples. De acordo com Wheeler & Baas (1991) e Jansen et al. (2004), estas características de placa de perfuração simples e pontoações guarnecidas garantem para a planta maior

eficiência quanto à demanda do intenso fluxo de água imposta pelas altas taxas de transpiração em plantas de regiões quentes e secas.

Pontoações intervasculares areoladas alternas e com guarnições, tanto para raiz, tronco e galho, foram observados em *S. adstringens*, estando de acordo com os estudos de Montefusco (2005), para a mesma espécie. Segundo Metcalfe & Chalk (1950), Carlquist (2001), Jansen et al. (2001, 2004), a presença de pontoações guarnecidas é uma característica marcante da família Leguminosa (Fabaceae). 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 e cerrado; com espécies do gênero *Swartzia*, por Angyalossy-Alfonso & 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.

Zweypfenning (1978) e Carlquist (1983, 1988, 2001) comentam que a função das pontoações guarnecidas é ajudar no fluxo de água no corpo da planta, regulando a pressão osmótica, auxiliando na difusão da água, gases e outras substâncias e evitando o risco de embolias, ou seja, as guarnições funcionam como um eficiente sistema hidráulico, prevenindo contra embolias dos vasos. Jansen et al. (2004) relatam que a presença de pontoações guarnecidas, além de ser um traço filogenético, pode também representar uma estratégia adaptativa para a sobrevivência e a competição de plantas sujeitas a contínuos estresses hídrico ou sazonais. *S. adstringens* é uma espécie típica do cerrado brasileiro e apresentou elementos celulares com estas características, o que pode estar auxiliando na condução de água e evitando o embolismo nos vasos.

Nas análises estatísticas de todos os espécimes analisados entre raiz, tronco e galho, houve diferenças significativas, a 5% de probabilidade, para frequência de vaso por milímetro quadrado, parede da fibra e largura do raio.

Entre os espécimes, houve muita variação, na literatura, existem poucas referências que possam justificar.

Para o comprimento médio dos elementos de vasos, não houve diferença estatística entre raiz, tronco e galho, para todos os espécimes analisados, porém, houve muita variação entre os espécimes. Observou-se o menor comprimento dos elementos de vasos para o tronco 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, e os de Psaras & Sofroniou (1999), com *Capparis spinosa* (Capparaceae) e de Psaras & Sofroniou (2004), com *Phlomis fruticosa* (Labiatae).) Esses resultados se opõem aos estudos de Goulart & Marcati (2008), que encontraram maiores comprimentos de vasos para o lenho de caule quando comparado com a raiz em *Lippia salviifolia* (Verbenaceae) e os de Machado et al. (1997) para *Styrax camporum* (Styracaceae), ambas ocorrentes em áreas de cerrado.

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

Esemann-Quadros (2001), em estudos com *Clusia criuva* (Clusiaceae) de diferentes ambientes, comparando a estrutura anatômica do lenho de raiz e caule, apontam tendências, tais como: as raízes apresentam vasos com diâmetro

maior e elemento de vasos mais longos. Mas, segundo Cutler (1976), não devem ser feitas generalizações para tendência de vasos de maior diâmetro em raízes, pois, em seus próprios trabalhos, ele encontrou muita variação.

A maior frequência de vasos no lenho foi observada nos galho quando analisados todos os espécimes e entre os espécimes. Segundo Esemann-Quadros (2001), o caule e a raiz desempenham funções diferentes, pois crescem sob a influência de fatores ambientais diversos, podendo se esperar diferenças anatômicas no lenho desses dois órgãos. 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. E estão em discordância com o que foi encontrado por Esemann-Quadros (2001), em seus estudos com *Clusia criuva* (Clusiaceae) de diferentes ambientes. Na literatura, existem poucos trabalhos e os mesmos apresentam muitas controversas. No entanto, segundo Cutler (1976), deve-se tomar cuidado ao fazer generalizações com relação à raiz e caule, pois, em seus próprios estudos, ele encontrou muita variação nos resultados.

Houve diferença para espessuras das paredes das fibras com todos os espécimes analisados; o galho apresentou a menor espessura e a raiz, a maior. Quando analisados entre os espécimes, houve muita variação. Nos espécimes dois e três, as raízes apresentaram maior espessura de fibra. Para o comprimento das fibras, em todos os espécimes estudados, a raiz apresentou-se com maior comprimento, estando de acordo com estudos de Chalk (1989), que encontrou fibras mais longas na raiz, quando comparadas com as do caule em espécies de Fouquieriaceae e o contrário na espécie *Echium piniana* (Boraginaceae). Já Esemann-Quadros (2001) encontrou fibras mais curtas nas raízes e o contrário aconteceu nos estudos Dias-Leme (1994), com anatomia do lenho de raiz, caule e ramo de algumas espécies de Euphorbiaceae, verificando maior comprimento

das fibras para os caules. Goulart & Marcati (2008) verificaram maior comprimento e espessura da parede das fibras para o caule de *Lippia salviifolia*.

Os raios diferenciaram-se estatisticamente apenas para a largura, quando analisados todos os espécimes. Houve maior tendência de maior largura do raio para o tronco, em comparação com raiz e galho. Quando comparados entre os espécimes, o espécime um e dois apresentaram maiores larguras para tronco, o que não está de acordo com o relatado por Goulart & Marcati (2008) que observaram raios mais largos nas raízes quando comparados com o caule de *Lippia salviifolia*. Segundo as mesmas autoras, o fato de as raízes das plantas estudadas serem superficiais, estarem em ambiente de cerrado, com solo pobre, textura arenosa e em um ambiente sazonal pode ter favorecido a formação desses raios mais largos, que garantiriam o suprimento de nutrientes necessário nos períodos de seca. Já para o *S. adstringens*, também ocorrentes em áreas de cerrado com solo pobre, a menor largura dos raios nas raízes pode ter ocorrido pelo fato de o solo da área de estudo apresentar textura argilosa. Sendo assim, esse solo consegue armazenar maior quantidade de água e as raízes do *S. adstringens* sofrem menos com os períodos de sazonalidades. A maior largura dos raios no tronco pode estar promovendo melhor condução e armazenagem de água e substâncias no sentido medula casca. Segundo Alves & Angyalossy-Alfonso (2002), a maior largura dos raios pode representar maior eficiência no transporte radial.

Podem-se observar monocristais nas células do parênquima axial e radial, e também nas fibras do lenho de *S. adstringens*. A presença de cristais no lenho das Leguminosas (Fabaceae) já foi observada em vários estudos, como os de Marcati et al. (2001), em lenho de *Copaifera langsdorffii*; de Ribeiro & Barros (2006) em estudos com *Pseudopiptadenia contorta*; de Silva et al. (2009), em *Caesalpinia pyramidalis* e de Lima et al. (2009) para lenho de *Enterolobium contortisiliquum*, ocorrente em dois ambientes. Segundos esses

autores, embora tenha sido evidente em todos os indivíduos examinados, houve predominância de cristais nos indivíduos dos ambientes mais secos.

Nos estudos de Fahn et al. (1986), observou-se maior número de espécies com cristais nas áreas com menor disponibilidade hídrica como nas regiões do Mediterrâneo e do deserto. Já nos trabalhos de Barajas-Morales (1985), comparando espécies de duas florestas, uma seca e uma úmida do México, verificou-se a presença de cristais apenas nas espécies da floresta seca. De acordo com Franceschi & Horner (1980) e Nakata (2003), os cristais podem funcionar como defesa contra a herbivoria e atuar na osmorregulação da planta. A grande quantidade de cristais em *S. adstringens* pode estar relacionada ao fato de a espécie estar em ambiente de cerrado, com solo com propriedades químicas alteradas, com sazonalidade e estresse hídrico no período da seca.

7 CONCLUSÃO

O lenho de *S. adstringens* apresenta camadas de crescimento distintas em todos os órgãos estudados, porém na raiz apresenta-se menos demarcadas. Observou-se a ocorrência de placas de perfuração simples e pontoações areoladas, alternas e com guarnições para ambos os órgãos estudados.

Houve presença de monocristais em células de parênquima radial e longitudinal, e também nas fibras em câmaras subdivididas, para o lenho e raiz, tronco e galho.

Quantitativamente, as características mais relevantes para *S. adstringens* foram: frequências de vasos, paredes das fibras e largura dos raios.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species: 1., 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.
- BARAJAS-MORALES, J. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 6, n. 1, p. 355-364, 1985.
- BERLYN, G. P.; MIKSCHE, 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.
- BUKATSCH, F. Bemerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-safranin. **Mikrokosmos**, Stuttgart, v. 61, n. 8, p. 255-256, 1972.
- CARLQUIST, S. Wood anatomy of Onagraceae: further species, root anatomy, significance of vestured pits and allied structures in dicotyledons. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 69, n. 6, p. 755-769, 1983.
- CARLQUIST, S. **Comparative wood anatomy**: systematic ecological and evolutionary aspects of dicotyledonean wood. Berlin: Springer-Verlag, 1988. 436 p.
- 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. 2. ed. Oxford: Oxford University, 1989. v. 2, 436 p.

COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **Descripción de características generales, macroscópicas y microscópicas de la madera Angiospermae Dicotiledóneas**. Caracas, 1974. 19 p.

CORADIN, V. T. R.; MUNIZ, G. B. **Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira**: I., angiospermae, II., gimnospermae. Brasília: IBAMA/DIRPED, 1992. 19 p. (Série Técnica LPF, 15).

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).

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.

DIAS-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.

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.

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.

FAHN, A.; WERKER, E.; BAAS, P. **Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions**. Jerusalem: The Israel Academy of Sciences and Humanities, 1986. 221 p.

FRANCESCHI, V. R.; HORNER, H. T. Calcium oxalate crystals in plant. **The Botanical Review**, Bronx, v. 46, n. 1, p. 361-427, 1980.

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.; MARCATI, C. R. Anatomia comparada do lenho em raiz e caule de *Lippia salviifolia* 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.

JANSEN, S.; BAAS, P.; SMETS, E. Vestures pits: their occurrence and systematic importance in eudicots. **Taxon**, Utrecht, v. 101, n. 23, p. 8833-8837, June 2001.

LEBEDENKO, L. A. Comparative anatomical analysis of the mature wood of roots and stems of some wood plants. **Trudy Institute Lesa I Drevesiny Akademie Nauk**, Leningrad, v. 51, p. 124-134, 1962.

LEWIS, G. P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. **Legumes of the world**. Kew: Royal Botanic Garden, 2005. 577 p.

LIMA, R. S. de; OLIVEIRA, P. L. de; 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.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1998. v. 2, 352 p.

LOUREIRO, A. A.; LISBOA, P. L. B. Anatomia do lenho de seis espécies de *Ormosia* (Leguminosae) da Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 9, p. 731-746, 1979.

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 – Jaguariaíva-PR**. 2005. 118 p. Monografia (Especialização em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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.

PRAKASH, 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. Wood anatomy of *Capparis spinosa* from an ecological perspective. **IAWA Journal**, Utrecht, v. 20, n. 4, p. 419-429, 1999.

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.

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.

RIBEIRO, M. L. R. da; BARROS, C. F. Variação intraspecífica do lenho de *Pseudopiptadenia contorta* (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima (Leguminosae - Mimosoideae) de populações ocorrentes em dois remanescentes de floresta Atlântica. **Acta Botanica Brasílica**, Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 839-844, 2006.

RIVETE, S. de; LIMA, P. L. de; OLIVEIRA, 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.

RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. São Paulo: EDUSP, 1976. 229 p.

ROESER, K. R. Die nadel der Schwarz Kiefer: massenprodukt und kunstwerk der nature. **Mikrokosmos**, Stuttgart, v. 61, p. 33-36, 1972.

SILVA, L. B. da; SANTOS, F. de A. R. dos; 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 Brasílica**, 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.

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. **IAWA Journal**, Utrecht, v. 16, n. 1, p. 337-351, Jan. 1995.

ZWEYPFENNING, R. C. V. J. A hypothesis on the function of vested pits. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 1, p. 3-15, 1978.

CAPÍTULO 4

Análises químicas e densidade básica da madeira de raiz, fuste e galho de barbatimão [(*Stryphnodendron adstringens*) Coville] de bioma cerrado

1 RESUMO

A região do cerrado, tem se mostrado como importante provedora na crescente demanda por bens de consumo de origem vegetal, animal ou agroindustrial. No entanto, ainda são insuficientes os estudos relativos à vegetação desse bioma. Tal fato tem causado dificuldades na utilização dessas espécies, seja como opção de uso econômico, ou como forma de recomposição e recuperação de áreas devastadas. Devido à carência de informações referentes às espécies do cerrado, este estudo foi realizado com o objetivo de coletar informações sobre a constituição química e a densidade básica da madeira de raiz, fuste e galho de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão). Para tanto, utilizaram-se materiais coletados na raiz e ao longo do fuste e galho de três espécimes de barbatimão. Verificaram-se tendências de incremento dos teores de holocelulose no sentido da raiz para o fuste e galho. O contrário aconteceu com o teor de lignina e extrativos. O teor de cinzas teve seu menor valor na posição referente ao fuste. As densidades básicas entre raiz, fuste e galho não se diferenciaram estatisticamente.

Palavras chave: Barbatimão, madeira, análise química, densidade básica, cerrado.

2 ABSTRACT

The cerrado region, wrongly pointed to as a poor region, has proved as an important supplier in the growing demand for commodities of plant, animal or agroindustrial origin. Nevertheless, the studies relative to the vegetation of this bioma are insufficient. Such a fact has caused difficulties in the utilization of those species, whether as an option of economic use whether as a form of recomposition and recovery of devastated areas. Due to lack of information concerning the cerrado species, this study aimed to collect information about the chemical constitution and basic density of the wood of root, stem and branches of *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão). For such a purpose, materials collected on the root and long the stem and branches of the stem and branches of three individuals of barbatimão were surveyed. Trends of increase of the contents of holocellulose in the root-stem and branch direction were found, the opposite happened with the content of lignin and extractives. The ash content had its lowest value in the position concerning the stem. At the basic density between the root, stem and branch, they did not differ statistically.

Key words: Barbatimão, chemical analysis, basic density, cerrado.

3 INTRODUÇÃO

A região dos cerrados, tem se mostrado, apesar das limitações químicas e físicas de seus solos, como importante provedora na crescente demanda por bens de consumo de origem vegetal, animal ou agroindustrial. No entanto, ainda são insuficientes os estudos relativos às plantas nativas. Isso tem causado dificuldades na utilização dessas espécies, seja como opções de uso econômico ou como forma de recomposição e recuperação de áreas devastadas (Silva et al., 2004).

As espécies nativas, em sua maioria, apresentam possibilidade de múltiplos usos, além de reunirem características favoráveis de adaptação às condições do ambiente, mas, para isso, é preciso o conhecimento de todas as propriedades físicas e químicas, dentre outras.

Ao se tratar de estudos físicos e químicos da madeira para espécies nativas, e principalmente de cerrado, são encontrados, poucos trabalhos como os de Marchesan et al. (2006), de caracterização física, química e anatômica da madeira de *Ocotea porosa* (imbuia) e *Byrsonima orbignyana*, com característica exclusiva da floresta Ombrófila Mista Montana e de campos-cerrados, respectivamente; de Mattos et al. (1999), de caracterização física, química e anatômica da madeira de *Terminalia ivorensis*, espécie procedente de florestas densas e de transição; de Mendes et al. (2002), de anatomia e características físico-químicas da madeira de *Zanthoxylum tingoassuiba* e o de Silva et al. (2009), de anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do nordeste do Brasil.

De acordo com Chimello (1980) e Panshin & Zeeuw (1980) a densidade é uma propriedade física importante da madeira, pois é um parâmetro que pode afetar outras de suas propriedades. Paula (1993) afirmou que quanto mais alta

for a densidade da madeira, maior será o rendimento de energia em benefício do maior teor de celulose e lignina.

Já com relação às propriedades químicas da madeira, segundo Metcalfe & Chalk (1983), os estudos das estruturas químico-anatômicas do xilema secundário, além de fornecerem dados para subsidiar o seu uso, gera relações entre famílias botânicas e o estabelecimento de afinidades entre espécies ou grupos específicos. Lepage et al. (1986) comentam que quanto à sua composição química, a madeira pode ser definida como um polímero biológico tridimensional, composto por uma rede interconectada de celulose, hemiceluloses e lignina, além de uma porção minoritária de extrativos e componentes inorgânicos, estes últimos geralmente considerados componentes secundários. Segundo Klock et al. (2005), a celulose é o principal componente da madeira, chegando a constituir de 40% a 50% de todas as plantas. Trugilho et al. (2003) afirmam que, para as espécies *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, os valores médios de extrativos totais, de lignina e de holocelulose são da ordem de 6,71%, 31,77% e 61,52%, respectivamente.

Lignina, de acordo com Rowell (2005), são estruturas amorfas, de extrema complexidade, possuindo, predominantemente, unidades poliméricas de fenil-propano. Klock et al. (2005) comenta ainda, que a estrutura da lignina pode relacionar-se, entre outros, com o aumento da rigidez da parede celular, a redução da permeabilidade da madeira e a proteção da madeira contra agentes xilófagos, devido à sua natureza fenólica. Em estudos físico-químicos da madeira de *Eucalyptus saligna* realizados por Trugilho et al. (1996), o teor de lignina apresentou correlação negativa com a massa volúmica básica e o teor de holocelulose, mostrando que quanto menor for o teor de lignina maior será o teor de holocelulose e menor será a massa volúmica básica da madeira. Severo et al. (2006) concluíram, em trabalho com *Eucalyptus citriodora*, que a

percentagem de lignina foi sempre superior no lenho juvenil e a percentagem de holocelulose foi sempre menor no lenho juvenil.

Buchanan (1981), Morais et al. (2005) e Oliveira et al. (2005) comentam que os extrativos têm como característica não fazerem parte da estrutura da parede celular. Considerados constituintes secundários, possuem baixa massa molecular, são solúveis em água ou em solventes orgânicos neutros e estão presentes principalmente na casca. Apresenta-se em pequenas proporções, mas, mesmo assim, estão entre os principais responsáveis pela resistência da madeira ao ataque de fungos e insetos (Buchanan, 1981; Oliveira et al., 2005). Geralmente, são representados pelos óleos essenciais, resinas, taninos, graxas e pigmentos (Morais et al., 2005).

Trugilho et al. (1996), estudando a madeira de *Eucalyptus saligna*, concluíram que existe uma tendência de estabilização nos valores de extrativos totais, com a idade. Severo et al. (2006) comentam que no *Eucalyptus citriodora*, no lenho adulto, há um decréscimo de extrativos totais com a altura e, segundo os autores, a percentagem de extrativos totais foi menor no lenho juvenil do primeiro ao quarta tora e, nos restantes, ocorreu comportamento contrário.

Os principais íons minerais normalmente encontrados em cinzas de madeira, segundo Freddo (1997), são: cálcio, magnésio, potássio, baixas quantidades de sódio, manganês, alumínio e ferro, além de radicais como silicatos, carbonatos, cloretos, sulfatos. Existem também traços de outros elementos, como zinco, cobre e cromo, dentre outros. A quantidade desses elementos nas árvores varia com a espécie, a disponibilidade no solo, a necessidade individual e a época do ano. Esses componentes inorgânicos, de acordo Buchanan (1981), proporcionam à madeira uma maior resistência ao ataque de organismos, como os crustáceos e moluscos. Os componentes inorgânicos, geralmente, são representados por cristais de oxalatos de cálcio ou

potássio e sílica e a proporção destes na madeira de algumas espécies é influenciada pelas condições ambientais que a árvore encontrou no decorrer de seu crescimento. De acordo com Franceschi & Horner (1980) e Nakata (2003), os cristais podem funcionar como defesa contra a herbivoria e atuar na osmorregulação da planta. Lima et al. (2009), estudando o lenho de *Enterolobium contortisiliquum* ocorrente em dois ambientes, evidenciaram cristais em todos os indivíduos examinados, porém, houve maior predominância de cristais nos indivíduos dos ambientes mais secos.

Stryphnodendron adstringens (barbatimão), exemplo de espécie típica do cerrado, tem grande potencial econômico, tanto na indústria farmacêutica, na fabricação de tinta para escrever, no curtimento de couro, em decorrência da grande quantidade de taninos produzidos em suas cascas, de até 50%, e nas suas folhas em torno de 23% a 32% (Almeida et al., 2008). Além disso, nos tempos atuais, os taninos são de grande interesse, não só na indústria de fármacos e de curtimento de couro. Em vista disso, eles também podem ser utilizados para despoluição de água, pois possui afinidade com metais pesados. Outros tipos de indústria, interessadas nos taninos e a de produção de adesivos para madeira têm interesse em taninos para a produção de um adesivo com menor preço, sem grandes impactos ambientais.

Diante de uma espécie com um enorme potencial econômico já relatado, ligado a produtos florestais não madeireiros (taninos), e a conservação e a preservação do bioma cerrado, estudos referentes à química e à densidade básica da madeira *S. adstringens* (barbatimão) são de vital importância, pois podem promover maiores conhecimentos relativos à caracterização da espécie e disponibilizar maiores conhecimentos que possibilitam ampliar a gama de utilizações da espécie.

Perante a carência de informações de estudos sobre a caracterização química e densidade básica da madeira para as espécies de cerrado, este estudo

foi realizado com o objetivo de coletar informações sobre a constituição química e a densidade básica da madeira de raiz, fuste e galho de *S. adstringens* (barbatimão).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo e coleta do material

Utilizaram-se, neste estudo, três espécimes de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão), entre 20 à 30 anos, coletados no município de Lavras situada nas coordenadas 21°14'43 de latitude sul e 44°59'59 de longitude oeste, à altitude média de 919 metros, no sul do estado de Minas Gerais. O clima local, segundo a classificação climática de Köppen, é Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, subtropical, e a temperatura do mês mais quente é maior que 22°C (22,1°C em fevereiro).

Foram coletados discos ao longo do comprimento longitudinal em cada espécime, sendo um disco a 0,40 m abaixo do nível do solo (raiz), cinco discos no fuste (0, 25, 50, 75 e 100% do comprimento total do fuste) e cinco no galho (0, 25, 50, 75 e 100% do comprimento total dos galhos 1 e 2). Na Figura 1 é apresentado esquematicamente o critério amostral utilizado.

Os materiais lenhosos da raiz, fuste e galhos foram depositados na xiloteca da Universidade Federal de Lavras (Tabela 1). Material botânico foi coletado e exsiccatas foram preparadas e depositadas no Herbário Esal, no Departamento de Ecologia da Universidade Federal de Lavras MG (Tabela 1).

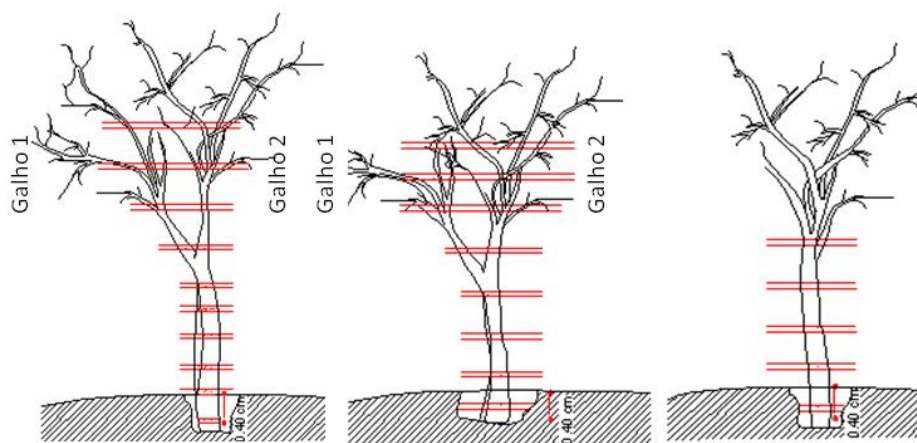


FIGURA 1 Diagrama de perfil mostrando as principais ramificações dos três espécimes de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão). Os traços indicam o local amostrado.

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

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

Nº = número. DAP = diâmetro à altura do peito (1,30 m). R = Raiz, T = Tronco. G = Galho, Diâm = diâmetro.

4.2 Preparo do material para análises físicas e químicas

Foram retirados dos discos, cunhas opostas para análises de densidade básica e o restante do material foi utilizado para análises químicas, nas quais os materiais de todos os espécimes e de cada órgão foram processados e convertidos em serragem. Esta, por sua vez, foi classificada em função da granulometria, com auxílio de um conjunto de peneiras com porosidade de 40 e 60 mesh. A serragem retida entre as duas peneiras foi acondicionada em câmara climática, a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 5^{\circ}\text{C}$, para estabilização da sua umidade e posterior utilização nas análises químicas.

4.3 Análises químicas

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia da Madeira da UFLA, conforme as normas descritas na Tabela 2, para teor de extrativos totais, cinzas e lignina. O teor de holocelulose foi obtido somando-se os teores de extrativos totais, cinza e lignina, diminuindo por 100. Foram feitas análises individuais por disco e posterior média dos valores para representar o respectivo órgão vegetal.

TABELA 2 Análise química com as respectivas normas.

Análise	Norma
Teor de extrativos totais	ABTCP m 3/69
Teor de cinzas	ABTCP m 11/77
Teor de lignina (klason)	ABTCP m 10/71
Teor de holocelulose	Obtido por diferença

ABTCP = Associação brasileira de técnica de celulose e papel.

4.4 Análises físicas

As densidades foram realizadas no Laboratório de Tecnologia da Madeira da UFLA, empregando-se a norma NBR 7190 (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 1997).

4.5 Análises estatísticas

Para análise dos dados, utilizou-se o software Sistema de Análise de Variância Para Dados Balanceados (SISVAR). Foram feitas análise de variância em DIC e teste de média (Tukey), a 0,05 de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização química

Por meio das análises estatísticas realizadas, observaram-se os teores de extrativos, cinzas, lignina e de holocelulose entre raiz, fuste e galho, dos espécimes estudados (Tabela 3 e Figuras, 2-3). Os valores encontrados para holocelulose de 48,5 % na raiz, 55,5% no fuste e 57,6% no galho, estão de acordo com Tsoumis (1991), segundo o autor a faixa de composição de celulose para madeiras tropicais estão em torno de 31 a 64 %. Como se observa na (Figura 2), não houve diferença estatística para holocelulose entre os órgãos estudados. Houve apenas uma diferença numérica de maiores teores nos galhos. Esses resultados estão de acordo com Zobel & Buijtenen (1989), que afirmam que a madeira juvenil apresenta maiores teores em holocelulose, quando comparada com a do lenho adulto.

Silva et al. (2005), estudando madeira de *Eucalyptus grandis*, verificaram que árvores mais jovens e localizadas nas partes mais superiores do tronco apresentaram maiores teores de holocelulose. Os autores relatam, ainda, que a variabilidade interna das árvores no sentido longitudinal influenciou mais decisivamente na composição química da madeira que a variação da idade. Outro acontecimento, que pode estar procurando maiores teores de holoceluloses nos galhos de *S. adstringens* é que nos galhos estão ocorrendo madeira de reação. Na Figura 2 são apresentados graficamente os dados médios obtidos para o teor de holocelulose e lignina.

TABELA 3 Resumo da Anava de *S.adstringens* (barbatimão).

FV	GL	Física		Química	
		DB	EXT	LIG	HOL
Órgão	5	0,0001 ^{ns}	39,94 ^{ns}	2,79*	61,19 ^{ns}
Erro	2	0,001	37,44	2,26	36,75
	CV _{exp} (%)	5,15	26,90	2,17	11,34

* Significativo, a 0,05 de significância

^{ns} Não significativo, a 0,05 de significância.

DB = densidade básica; EXT = extrativo; LIG = lignina; HOL= holocelulose.

Os teores de lignina, no geral, apresentaram-se em torno de 22,5% para o galho, 23,7% para o fuste e 24,6% para a raiz. Esses valores estão de acordo com o proposto por Tsoumis (1991), para madeiras tropicais entre 14 à 34,6 % de lignina. Houve diferença significativa para o teor de lignina entre os órgãos (Figura 2).

De acordo Bodig & Jayne (1982), existe grande variabilidade quantitativa dos componentes químicos na madeira de uma mesma espécie e, inclusive, no mesmo indivíduo. Pettersen (1984) esclarece que esse fato pode ocorrer devido às partes da árvore em que a amostra foi retirada, assim como as condições ambientais a que a mesma esteve submetida. Santana & Okino (2007) comentam que essa variação pode ser esclarecida também pela idade das árvores coletadas. Os espécimes de *S.adstringens* (barbatimão) são de ambiente de cerrado e a idade varia consideravelmente, mesmo quando se trata de uma área pequena dos espécimes.

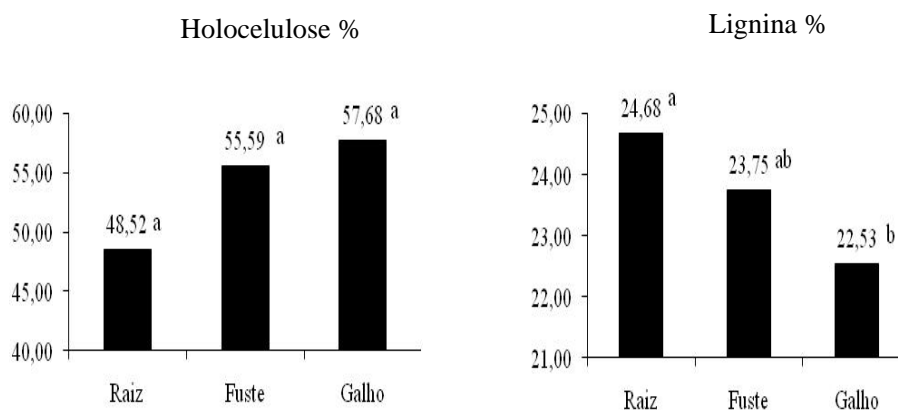


FIGURA 2 Teores de holocelulose e lignina dos lenhos de raiz, fuste e galho de *S. adstringens* (barbatimão).

Para os teores de extrativos, não houve diferenças estatísticas significativas entre os órgãos estudados (Figura 3), porém, a raiz apresentou maiores valores numéricos, para teores desses componentes. Os valores encontrados de extrativos para o lenho de raiz de 26,8%, fuste de 20,6% e galho de 19,7%, são considerados no geral, altos, segundo Tsoumis (1991) e Klock et al. (2005). De acordo com Buchanan (1981) e Oliveira et al. (2005), os extrativos, mesmo quando presentes em pequenas proporções, estão entre os principais responsáveis pela resistência da madeira ao ataque de fungos e insetos. A maior quantidade de extrativos na raiz da espécie em estudo pode estar relacionada a uma maior proteção do lenho da raiz ao ataques desses organismos. A menor quantidade de extrativos no galho pode estar relacionada ao fato de que a madeira do galho está na fase juvenil. Esse resultado está de acordo com o que foi relatado por Trugilho et al. (1996) e Silva (2002), segundo os quais, os teores de extrativos totais na madeira tendem a ser menores em madeiras mais jovens, devido à menor proporção em madeira adulta. Segundo

Zobel & Talbert (1984), há maior proporção de madeira juvenil no topo da árvore e menor é a proporção da mesma na base. Verificou-se para *S. adstringens* que os teores de extrativos são altos na madeira e também em suas folhas 27 à 32 % (Almeida et al., 2008; Goulart et al., 2008) e cascas em tronco de até 50%, e isso está relacionado com a proteção da planta ao ambiente de cerrado.

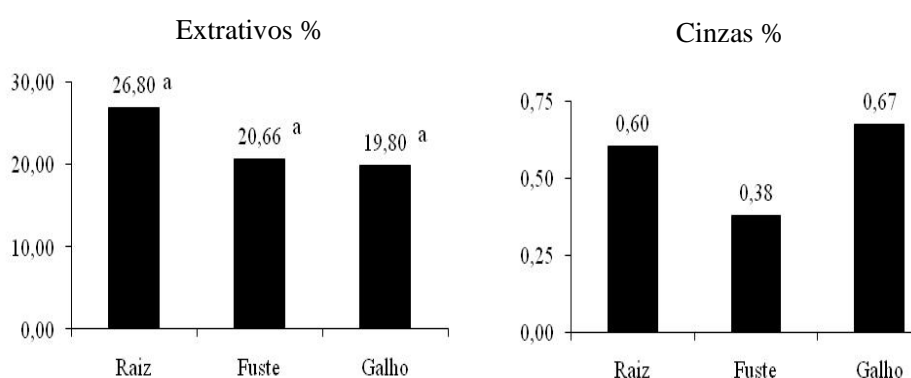


FIGURA 3 Teores de extrativos e cinzas, dos lenhos de raiz, fuste e galho de *S. adstringens* (barbatimão).

Para o teor de minerais, o galho apresentou o maior valor, comparado aos demais órgãos (Figura 3). Estes componentes são geralmente, representados por oxalatos e sílica, e a proporção deles na madeira de algumas espécies é influenciada pelas condições ambientais que a árvore encontrou no decorrer de seu crescimento (Buchanam, 1981).

5.2 Análise física

Estatisticamente, não houve diferença para os valores de densidade básica e os mesmos mostraram-se médios, em torno de $0,459 \text{ g/cm}^3$ para raiz, $0,468 \text{ g/cm}^3$ para fuste e $0,452 \text{ g/cm}^3$ para galho, (Figura 4). Esses valores estão de acordo com os resultados obtidos por Détienne & Jacquet (1983) para o

gênero *Stryphnodendron*, entre 0,452 e 0,651 g/cm³ e por Souza et al. (2008), para a espécie *S. adstringens* (barbatimão), em diferentes regiões do estado de Minas Gerais, entre 0,265 a 0,605 g/cm³. Segundo os autores, os fatores ambientais influenciaram nas características da densidade básica neste estudo. Vale et al. (2002) comentam que a densidade básica da madeira de espécies do cerrado apresenta variação de 0,201 g/cm³ a 0,782 g/cm³.

Observou-se maior valor numérico da densidade para o fuste e menor para o galho. Nos estudos de Vale et al. (1992), sobre o comportamento da densidade básica da madeira de espécies nativas do cerrado, *Vochysia thyrsoidea* (Gomeira), *Sclerolobium paniculatum* (Carvoeiro) e *Pterodon pubescens* (Sucupirabranca), foram encontrados valores de 0,541, 0,706 e 0,755 g/cm³, respectivamente. Os autores comentam que as espécies apresentaram comportamento diferenciado para a densidade básica da madeira ao longo do tronco e no sentido medula-casca e que a densidade da gomeira e da sucupira branca apresentou-se constante da base para o topo. Já para o carvoeiro houve tendência de redução em função da altura. Oliveira et al. (2008) relatam, em seus estudos com carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*), densidade básica média de 0,52 g/cm³. De acordo com Silva et al. (2009), em estudos com (catingueira) *Caesalpinia pyramidalis*, esta espécie apresentou, no alburno e no cerne do tronco e dos galhos, densidade próxima ou maior que 1,000 g/cm³. Segundo os autores, os galhos apresentam potencial semelhante ao do tronco para a densidade básica. O fato de a madeira do galho de *S.adstringens* ter apresentado uma tendência para menor valor pode estar relacionado ao estado juvenil em que o mesmo se encontra.

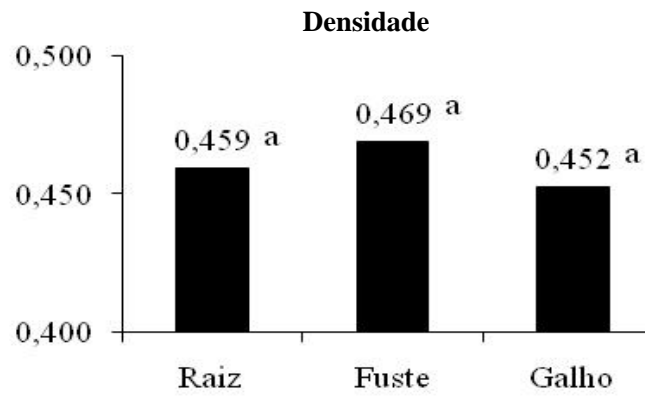


FIGURA 4 Valores de densidade básica dos lenhos de raiz, fuste e galho de *S. Adstringens* (barbatimão).

6 CONCLUSÕES

Os valores encontrados para holocelulose e lignina na raiz, no fuste e no galho de *S. Adstringens* (barbatimão) estão dentro da faixa de composição química das madeiras tropicais.

Estatisticamente, entre a raiz, fuste e galho, não houve diferenças para o teor de holocelulose, porém o galho apresentou maior valor numérico.

Em relação aos extrativos, não houve diferenças significativas entre raiz, fuste e galho, porém, a raiz apresentou o maior valor numérico.

Para os valores de densidade básica, o lenho de *S. Adstringens* (barbatimão) apresentou-se com densidade média.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, N. F. de; MORI, F. A.; GOULART, S. L.; MENDES, L. M.; RIBEIRO, A. O. Rendimentos em taninos das folhas de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens*] em diferentes períodos de coleta visando a produção de adesivo para a madeira. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 11., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA, 2008. p. 5-8.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: projetos de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.
- BODIG, J.; JAYNE, B. A. **Mechanics of wood and wood composites**. New York: V.N. Reinhold, 1982. 712 p.
- BUCHANAN, M. A. **Extraneous components of wood**: the chemistry of wood. New York: R. Krieger, 1981. 689 p.
- CHIMELLO, J. **Anotações sobre anatomia e identificações de madeiras**. São Paulo: IPT, 1980. 30 p. Apostila.
- DETIENNE, P.; JAQUET, P. **Atlas d'identification des bois de l'Amazonie et des régions voisines**. Paris: Centre Technique Forestier Tropical, 1983. 641 p.
- FRANCESCHI, V. R.; HORNER, H. T. Calcium oxalate crystals in plant. **The Botanical Review**, Bronx, v. 46, n. 4, p. 361-427, Oct./Dec. 1980.
- FREDDO, A. **Elementos minerais em madeira de eucaliptos e acácia negra e sua influência na indústria de celulose kraft branqueada**. 1997. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- KLOCK, U.; MUÑIZ, G.; HERNANDEZ, J.; ANDRADE, A. **Química da madeira**. Curitiba: UFPR, 2005. 86 p. Apostila.
- LEPAGE, E. S.; OLIVEIRA, A. M. F.; LELIS, A. T.; LOPEZ, G. A. C.; CHIMELLO, J. P.; OLIVEIRA, L. C. S.; CAÑEDO, M. D.; CAVALCANTE, M. S.; IELO, P. K. Y.; ZANOTTO, P. A.; MILANO, S. **Manual de preservação de madeiras**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1986. 708 p.

LIMA, R. S. de; OLIVEIRA, P. L. de; 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.

MARCHESAN, R.; MATTOS, P. P. de; BORTOLI, C. de; ROSOT, N. C. **Caracterização física, química e anatômica da madeira de *Ocotea porosa* (Nees & C. Mart.) barroso**. Colombo: EMBRAPA, 2006. 3 p.

MATTOS, P. P. de; PEREIRA, J. C. D.; SCHAITZA, E. G.; BAGGIO, A. J. **Caracterização física, química e anatômica da madeira de *Terminalia ivorensis***. Colombo: EMBRAPA, 1999. 16 p.

MENDES, L. M.; SILVA, J. R. M. da; TRUGILHO, P. F.; LOPES, G. de A. **Anatomia E características físico-químicas da madeira de *Zanthoxylum tingoassuiba* St. Hil. de ocorrência na região de Lavras/MG**. Lavras: UFLA, 2002. 11 p.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons, wood structure and conclusion of the general introduction**. Oxford: Clarendon, 1983. 297 p.

MORAIS, S. A. L. de; NASCIMENTO, E. A. do; MELO, D. C. de. Análise da madeira de *Pinus oocarpa*: parte 1, estudo dos constituintes macromoleculares e extrativos voláteis. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 461-470, maio/jun. 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.

OLIVEIRA, I. da R. M. de; VALE, A. T. do; MELO, J. T. de; COSTA, A. F. da; GONÇALEZ, J. C. Biomassa e características madeira de *Sclerolobium paniculatum*, cultivado em diferentes níveis de adubação. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 351-357, out./dez. 2008.

OLIVEIRA, J. T. da S.; SOUZA, L. C.; DELLA LUCIA, R. M.; SOUZA JÚNIOR, W. P. de. Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de seis espécies de madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 819-826, set./out. 2005.

PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. de. **Textbook of wood technology**. 3. ed. New York: McGraw Hill, 1980. 722 p.

PAULA, J. E. Madeiras da caatinga úteis para produção de energia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 153-165, fev. 1993.

PETTERSEN, R. C. The chemical composition of wood. In: ROWELL, R. (Ed.). **The chemistry of solid wood**. Washington: American Chemical Society, 1984. p. 54-126.

ROWELL, W. C. (Ed.). **Handbook of wood chemistry and wood composites**. Boca Raton: CRC, 2005. 487 p.

SANTANA, M. A. E.; OKINO, E. Y. A. Chemical composition of 36 Brazilian Amazon forest wood species. **Holzforschung**, Berlin, v. 61, n. 5, p. 468-477, Aug. 2007.

SEVERO, E. T. D.; CALONEGO, F. W.; SANSÍGOLO, C. A. Composição química da madeira de *Eucalyptus citriodora* em função das direcções estruturais. **Silva Lusitana**, Lisboa, v. 14, n. 1, p. 113-126, 2006.

SILVA, G. J.; CAMPELO JUNIOR, J. H.; BRAWERS, L. R.; DURAN, J. A. R. Avaliação de plantas adultas de espécies arbóreas do cerrado em função do clima. **Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 8, n. 1, p. 43-46, 2004.

SILVA, J. de C. **Caracterização da madeira de Eucalyptus grandis Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira**. 2002. 160 f. Tese (Doutorado em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA, J. de C.; MATOS, J. L. M. de; OLIVEIRA, J. T. da S.; EVANGELISTA, W. V. Influência da idade e da posição ao longo do tronco na composição química da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 455-460, maio/jun. 2005.

SILVA, L. B. da; SANTOS, F. de A. R. dos; 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 Brasílica**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 436-445, 2009.

SOUZA, F. N. de; RUFINI, A. L.; SCOLFORO, J. R. S. Análise da variação da densidade para *Anadenanthera colubrina* (ANGICO), *Stryphnodendron adstringens* (BARBATIMÃO) e *Kielmeyera coriacea* (PAU SANTO) no estado de Minas Gerais. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 11., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA, 2008. 1 CD-ROM.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características físico-mecânicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 97-111, jan./jun. 1996.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MORI, F. A. Correlação canônica das características químicas e físicas de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 66-80, jan./jun. 2003.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization**. New York: V.N. Reinold, 1991. 494 p.

VALE, A. T.; MARTINS, I. S.; ARAÚJO, W. O. Estudo da densidade básica de três espécies do cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 16, n. 2, p. 209-217, mar./abr. 1992.

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. van. **Wood variation: its causes and control**. New York: Springer-Verlag, 1989. 363 p.

ZOBEL, B. J.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York: Wiley, 1984. 511 p.