



**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Botânica
Programa de Pós-Graduação em Botânica**

**Anatomia ecológica e comparada do tronco e ramo de espécies do
gênero *Vochysia* em diferentes fitofisionomias do Cerrado**

Larissa Leite Barboza

Orientadora: Professora Dra. Julia Sonsin-Oliveira

Colaborador: MSc. Alexandre Bahia Gontijo

Brasília-DF, 2018



**Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Botânica
Programa de Pós-Graduação em Botânica**

**Anatomia ecológica e comparada do tronco e ramo de espécies do
gênero *Vochysia* (Vochysiaceae) em diferentes fitofisionomias do
Cerrado**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-
Graduação em Botânica da Universidade de
Brasília, como um dos requisitos para obtenção
do título de Mestre em Botânica.**

Larissa Leite Barboza

Orientadora: Professora Dra. Julia Sonsin-Oliveira

Colaborador: MSc. Alexandre Bahia Gontijo

Brasília-DF, 2018

Agradecimentos

Gostaria de dizer que sou muito grata por ter muitas pessoas a agradecer, isso quer dizer que tive muito suporte e apoio ao longo dessa jornada. Agradeço aos meus pais, meu pai Francisco, por ter me ensinado a ler e escrever, poderiam esses terem sido os meus primeiros passos para a vida acadêmica? Acredito que sim! Minha mãe Nilma, por ter apoiado todas as minhas escolhas e por nunca medir esforços ao dizer que sente orgulho de mim. Ao Raphael Affonso, por ter acreditado na minha capacidade e ter sido o principal incentivador desse processo. Ao meu coorientador, Alexandre Gontijo, biólogo e grande exemplo profissional a ser seguido, que me acompanhou em cada etapa, fazendo papel de professor e amigo. A toda equipe do LPF, laboratório que me acolheu há 4 anos e despertou em mim a paixão pela área de anatomia da madeira, especialmente ao Lete, Juliana, Elisa, Fernando e Vera. Aos meus colegas de faculdade, Déborah, Thiago, Matheus, Andreza e Pedro, pelas brincadeiras, encontros no “cosmo” e por estarem presentes em todas as minhas apresentações. As alunas, Victoria e Greicielli, por terem me auxiliado na montagem de lâminas, ao Igor, que escalou uma árvore de mais de 20m em prol dessa pesquisa, ao professor Chris que me ajudou nas coletas e identificação das espécies e ao João Caetano por ter me orientado na parte estatística. Agradeço ao Welbet Menezes por ter feito a tradução de parte do texto. Um agradecimento especial à minha orientadora, Julia Sonsin, pessoa que me inspira profissionalmente, obrigada por toda a paciência e por ter me acompanhado em cada detalhe. Por fim, agradeço ao departamento de botânica da UnB, a todos os professores, alunos e funcionários que fazem parte dessa instituição e a CAPES pelo apoio ao desenvolvimento dessa pesquisa.

Índice

		P
1.	Introdução e Revisão Bibliográfica	6
1.1	A família Vochysiaceae e o gênero <i>Vochysia</i>	6
1.2	Cerrado.....	7
1.3	Anatomia ecológica e comparada do xilema secundário.....	9
2.	Hipóteses.....	13
3.	Objetivos.....	13
3.1	Objetivo Geral	13
3.2	Objetivos Específicos.....	13
4.	Metodologia.....	13
5.	Referências Bibliográficas.....	17
<hr/>		
CAPÍTULO I - ANATOMIA ECOLÓGICA DE ESPÉCIES DO GÊNERO VOCHYSIA (VOCHYSIACEAE) EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DO CERRADO (cerrado s.s. e mata de galeria)		
1.	Resumo.....	24
2.	<i>Abstract</i>	25
3.	Intrudução.....	26
4.	Metodologia.....	28
5.	Resultados	30
6.	Discussão.....	39
7.	Considerações finais.....	44
8.	Referências Bibliográficas.....	44
<hr/>		
CAPÍTULO II - VARIAÇÃO AXIAL (TRONCO E RAMO) DE ESPÉCIES GÊNERO VOCHYSIA (VOCHYSIACEAE) OCORRENTES NO CERRADO S.L.		
1.	Resumo.....	49
2.	<i>Abstract</i>	50
3.	Intrudução.....	51
4.	Metodologia.....	52
5.	Resultados.....	53
6.	Discussão.....	60
7.	Considerações finais.....	62
8.	Referências Bibliográficas.....	63

LISTA DE TABELAS

P

ANATOMIA ECOLÓGICA E COMPARADA DO TRONCO E RAMO DE ESPÉCIES DO GÊNERO *VOCHYSIA* (VOCHYSIACEAE) EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DO CERRADO

Tabela 1 – Espécies foco do estudo e dados de coleta.....	15
---	----

CAPÍTULO I - ANATOMIA ECOLÓGICA DE ESPÉCIES DO GÊNERO *VOCHYSIA* (VOCHYSIACEAE) EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DO CERRADO (cerrado *s.s.* e mata de galeria)

Tabela 1 – Espécies foco do estudo e dados de coleta.....	29
Tabela 2 – Descrição qualitativa das espécies.....	35
Tabela 3 – Dados quantitativos das espécies e teste <i>Tukey</i>	37
Tabela 4 – Análise de correlação de <i>Pearson</i>	38
Tabela 5 – Pesos das variáveis para os componentes de variabilidade.....	38

CAPÍTULO II - VARIAÇÃO AXIAL (TRONCO E RAMO) DE ESPÉCIES GÊNERO *VOCHYSIA* (VOCHYSIACEAE) OCORRENTES NO CERRADO *S.L.*

Tabela 1 – Espécies foco do estudo e dados de coleta.....	53
Tabela 2 – Média dos valores de porcentagem de vasos solitários e múltiplos.....	54
Tabela 3 – Média dos dados quantitativos e teste <i>Tukey</i> de caule e ramo de espécies do gênero <i>Vochysia</i>	55

LISTA DE FIGURAS

	P
ANATOMIA ECOLÓGICA E COMPARADA DO TRONCO E RAMO DE ESPÉCIES DO GÊNERO <i>VOCHYSIA</i> (VOCHYSIACEAE) EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DO CERRADO	
Figura 1 – Distribuição da cobertura vegetal nativa e de áreas de uso antrópico nos biomas brasileiros, com destaque para o Cerrado.....	9
<hr/>	
CAPÍTULO I - ANATOMIA ECOLÓGICA DE ESPÉCIES DO GÊNERO <i>VOCHYSIA</i> (VOCHYSIACEAE) EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DO CERRADO (cerrado <i>s.s.</i> e mata de galeria)	
Figura 1 – Sessões transversais de <i>Vochysia thyrsoidea</i>, <i>V. rufa</i>, <i>V. elliptica</i>, <i>V. tucanorum</i> e <i>V. pyramidalis</i>.....	32
Figura 2 – Sessões tangenciais de <i>Vochysia thyrsoidea</i>, <i>V. rufa</i>, <i>V. elliptica</i>, <i>V. tucanorum</i> e <i>V. pyramidalis</i>.....	33
Figura 3 – Sessões transversais/marcadores das camadas de crescimento de <i>Vochysia thyrsoidea</i>, <i>V. rufa</i>, <i>V. elliptica</i>, <i>V. tucanorum</i> e <i>V. pyramidalis</i>.....	34
Figura 4 – Análise dos componentes principais (PCA)	39
<hr/>	
CAPÍTULO II - VARIAÇÃO AXIAL (TRONCO E RAMO) DE ESPÉCIES GÊNERO <i>VOCHYSIA</i> (VOCHYSIACEAE) OCORRENTES NO CERRADO <i>S.L.</i>	
Figura 1 – Sessão transversal e tangencial de caule e ramo de <i>V. thyrsoidea</i>.....	56
Figura 2 – Sessão transversal e tangencial de caule e ramo de <i>V. rufa</i>.	57
Figura 3 – Sessão transversal e tangencial de caule e ramo de <i>V. elliptica</i>.....	58
Figura 4 – Sessão transversal e tangencial de caule e ramo de <i>V. tucanorum</i>.....	59
Figura 5 – Sessão transversal e tangencial de caule e ramo de <i>V. pyramidalis</i>.....	60

Anatomia ecológica e comparada do tronco e ramo de espécies do gênero *Vochysia* (Vochysiaceae) em diferentes fitofisionomias do Cerrado

1. Introdução e Revisão bibliográfica

1.1. A família Vochysiaceae e o gênero *Vochysia*

A família Vochysiaceae está incluída na subclasse Rosidae, ordem Myrtales (APG III, 2009). O nome desta família provém de *Vochysia* Aublet, que por sua vez originou-se de *vochi*, termo indígena pelo qual esta planta era conhecida nas Guianas (Rennó, 1963).

Essa família abrange cerca de 8 gêneros, sendo eles, *Callisthene* Mart., *Erisma* Ducke, *Erismadelphus* Mildb., *Kuropodendron* Litt & Check, *Qualea* Aubl., *Ruizterania* Marc.Berti, *Vochysia* Aubl. e *Salvertia* St. Hil. Em que podemos encontrar aproximadamente 250 espécies, basicamente tropicais, sendo que a grande maioria das espécies são restritas à América do Sul e Central. Os únicos gêneros fora da América são *Erismadelphus* e *Kuropodendron*, que ocorrem na África Ocidental (Souza & Lorenzi, 2012).

No Brasil, a família Vochysiaceae apresenta seis gêneros (*Callisthene* Mart.; *Erisma* Rudge; *Qualea* Aubl; *Ruizterania* Marc.-Berti; *Salvertia* A.St.-Hil; *Vochysia* Aubl.), com ocorrência citada em quase todos os estados, com exceção do Rio Grande do Norte, (Vochysiaceae in Flora do Brasil, 2018). Dentre esses gêneros, cinco estão bem representados dentro da flora brasileira e bem distribuídos nas regiões Guiano-Amazônica e no Cerrado do Brasil Central, irradiando-se assim para as demais regiões (Barroso *et al.*, 1984).

Essa é uma das principais famílias do bioma Cerrado, podendo também ser encontrada em florestas estacionais e na Amazônia (Souza & Lorenzi, 2012). No território brasileiro, os gêneros *Qualea*, *Erisma*, *Callisthene*, *Ruizterania* e *Salvertia* são os que possuem menor representatividade, com aproximadamente 37 espécies para *Qualea*, 14 para *Erisma*, 11 para *Ruizterania* e *Callisthene* e apenas uma para *Salvertia*, enquanto *Vochysia* é o que possui mais representantes, com 88 espécies que ocorrem principalmente nas regiões Norte, Sudeste e Centro-Oeste do país (Vochysiaceae in Flora do Brasil, 2018).

O gênero *Vochysia* é neotropical e distribui-se em uma área contínua da América Central e América do Sul, ocupando as regiões de floresta tropical, subtropical e savanas. Ocasionalmente, é encontrada em regiões de florestas tropicais decíduas, sendo ausentes nas

regiões de clima árido ou semiárido. O gênero distribui-se nos biomas florestais pluviais: Floresta Amazônica e Floresta Atlântica, assim como no Cerrado, sendo este último considerado como o segundo maior centro de diversidade genética do gênero (Vianna, 1980; Vochysiaceae in Flora do Brasil, 2018).

No Cerrado do Distrito Federal ocorrem as espécies: *Vochysia elliptica*; *V. haenkeana*; *V. pyramidalis*; *V. rufa*; *V. thyrsoides*; *V. tucanorum*; *V. oppugnata*; *V. pruinosa* e *V. pumila*, sendo que somente as duas últimas espécies apresentam porte arbustivo (Vochysiaceae in Flora do Brasil, 2016).

Este gênero tem sido foco de estudos nas mais diversas áreas de conhecimento, podemos citar os trabalhos realizados por Arias (2005), Souza (2014) e Viscarra *et al.*, (2014), na área morfológica e taxonômica, dentre os quais podemos citar os de Lima *et al* (2015), Savi *et al.*, (2015) e Barddal (2015), voltados para a área farmacêutica e medicinal, além de estudos ecológicos, tais como Serrano & Vargas (2010), Carvajal-Vanegas e Calvo-Alvarado (2012), Jádan *et al.*, (2015), Batista *et al.*, (2015), Machado & Oliveira (2015) e Machado *et al.*, (2015), além dos trabalhos de Asao (2015), Souza *et al.*, (2015) e Goulart *et al.*, (2015), que focaram na linha de fisiologia vegetal e, por fim, o trabalho de Vianna (2015), com enfoque genético. Com relação a trabalhos de anatomia do xilema secundário, destacam-se os trabalhos de León (2005) que descreveu 21 espécies, Mauri & Oliveira (2011) com 3 espécies e Reis *et al.*, (2015) com 7 espécies do gênero.

1.2. Cerrado

O Bioma Cerrado possui uma área de aproximadamente 200 milhões de hectares, ocupando a região Centro-Oeste - que foi determinada como sua área “core” - ou seja, onde predominam as características principais desse bioma, e as demais áreas nas regiões Sul, Sudeste, Norte e Nordeste (Figura 1) (Alvin & Araújo, 1952; Câmara, 1993), entre os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Goiás, Tocantins, Maranhão, Piauí, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Distrito Federal (Silva *et al.*, 2008). Superado apenas pela Floresta Amazônica, o Cerrado é considerado a segunda maior formação fitogeográfica, em área, do Brasil (Ratter *et al.*, 1997).

O termo “Cerrado” é empregado por diversos autores com diferentes conceitos e terminologias. De acordo com Rizzini (1970), podemos entender por Cerrado “a forma brasileira da formação geral chamada savana, cujo similar mais perfeito é a forma africana”. Já

do ponto de vista de Eiten (1972), “Cerrado é a designação geral dos tipos de vegetação predominantes na região do Planalto Central brasileiro”. Por fim, podemos citar Coutinho (1978, 2006), que uniu diferentes conceitos utilizados ao longo dos anos e defendeu seu ponto de vista ecológico em um estudo desenvolvido posteriormente. O Cerrado é distribuído em mosaicos que são determinados pela riqueza do solo e pelas queimadas locais (Coutinho, 2006). Nesse sentido, existem 11 formas de Cerrado no sentido amplo ou *sensu lato*, sendo esses: mata ciliar, mata de galeria, mata seca, cerradão, cerrado, cerrado *sensu stricto*, campo sujo; campo limpo; campo rupestre, vereda, parque de cerrado e palmeiral (Ribeiro & Walter, 1998).

A precipitação em áreas do Cerrado varia entre 800 e 2.000 mm, sendo que as reservas de águas encontradas no solo, com 20 m de profundidade ou mais, correspondem a precipitações médias de três anos (Dias, 1996). O sistema radicular da maioria das plantas perenes do Cerrado é caracterizado como profundo (Rawitscher *et al.*, 1943). De acordo com as observações do mesmo autor e nos estudos de Ferri (1944), pode-se concluir que água não é fator limitante da vegetação permanente nesse bioma.

O clima do Cerrado varia entre invernos secos e verões chuvosos que se concentram principalmente entre os meses de outubro até meados de março (Ribeiro & Walter 1998). O clima dessa região é classificado como Aw de Köppen (tropical úmido), podendo ocorrer o clima Cwa (temperado quente) na região sul do bioma, caracterizado também em locais mais altos da região central, acima de 1200 m de altitude (Eiten, 1994).

Estudos feitos por Eiten (1972), Ribeiro & Walter (1998) e Coutinho (2002) afirmam que além do clima, efeitos edáficos também influenciam na distribuição da flora no cerrado, tais como a composição química e física do solo e disponibilidade de água e nutrientes. Além disso, segundo os mesmos autores, a geomorfologia, topografia, latitude, frequência das queimadas, profundidade do lençol freático, pastejo e inúmeros fatores antrópicos podem ser determinantes para essa vegetação. Devido a esses fatores, a vegetação do Cerrado é bastante característica, apresentando, comumente, árvores e arbustos tortuosos, enegrecidos pelo fogo e de casca espessa, dispersos sobre uma camada contínua de gramíneas que reveste o terreno (Durigan *et al.*, 2004).

De acordo com Ratter *et al.*, (2000), podemos atribuir ao Cerrado a diversidade de 160.000 espécies de plantas, fungos e animais, relacionando esses valores à sua antiguidade e às mudanças climáticas do pleistoceno. Sua flora possui mais de 12.400 espécies (Mendonça *et al.*, 2008; Flora do Brasil, 2018); dentre essas, podemos considerar 4.000 endêmicas (Myers *et*

al., 2000). Devido à grande ocorrência de desmatamento e ao alto endemismo de espécies, o Cerrado é um dos principais ecossistemas tropicais, sendo considerado um dos centros prioritários para a preservação da biodiversidade na Terra (Myers *et al.*, 2000).

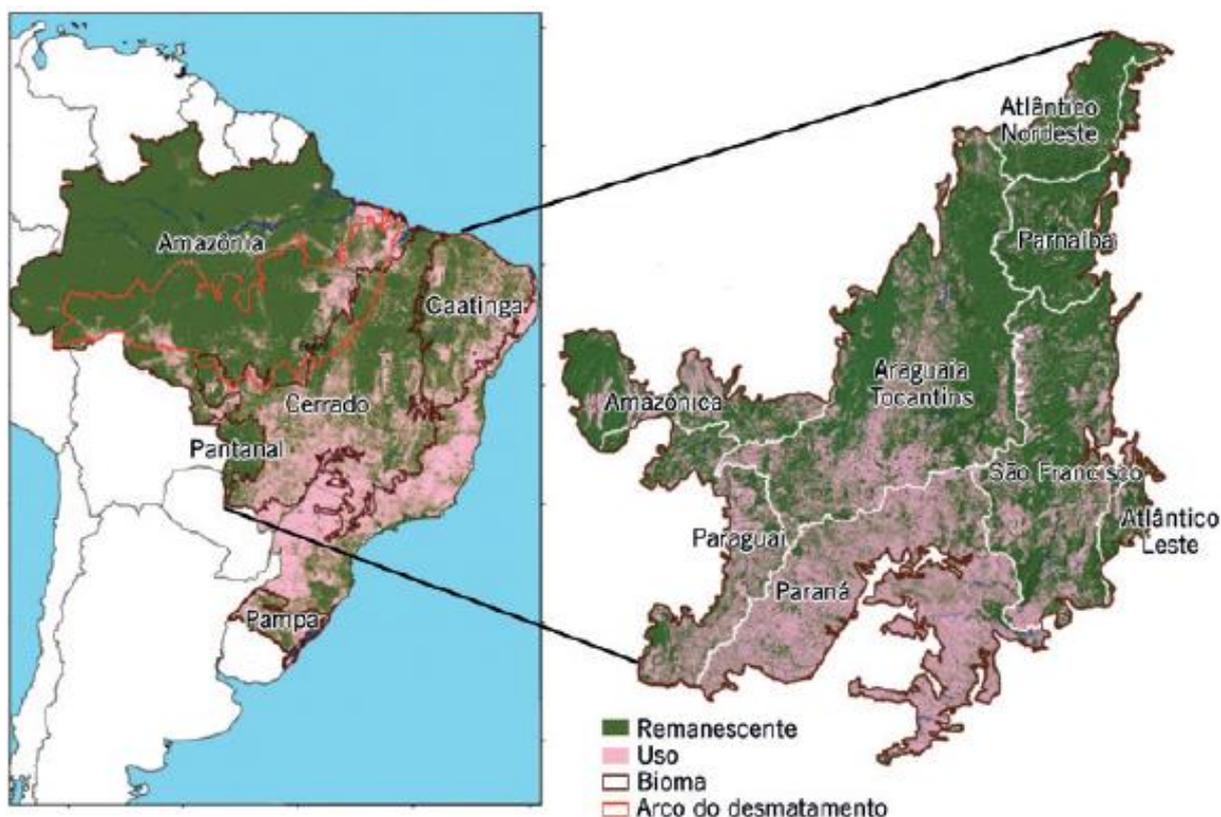


Figura 1 - Distribuição da cobertura vegetal nativa e de áreas de uso antrópico nos biomas brasileiros, com destaque para o Cerrado. Fonte: Ciênciahoje/2016.

1.3. Anatomia ecológica e comparada do xilema secundário

A anatomia da madeira é um ramo científico que busca conhecer a estrutura e função de diversos elementos que constituem o lenho (Burger & Richter, 1991). Estruturalmente o xilema secundário é composto por diferentes tipos celulares, tais como vasos, fibras e células do parênquima axial e radial, as quais se originam a partir do câmbio vascular (Plomion *et al.*, 2001). Fatores genéticos e as condições ambientais de onde a planta se desenvolve podem influenciar na formação dessas células (Baas 1973; Alves & Angyalossy-Alfonso 2000, 2002; Lens *et al.*, 2004).

Estudos voltados para a descrição das estruturas da madeira, a fim de conhecer a anatomia do lenho das mais diversas espécies tratam de uma ferramenta muito importante para fazer a identificação correta das diferentes plantas lenhosas (Zenid & Ceccantini, 2007). Na falta desse cuidado, muitas dessas podem ser confundidas e por conta disso, exploradas de forma ilegal e desordenada. A diferença entre as espécies, quando vista de forma clara e objetiva; auxilia no controle do manejo florestal, diminuindo prejuízos econômicos e auxiliando na manutenção da biodiversidade (Kanashiro, 2002).

Nesse sentido, destacam-se os trabalhos de Quirk (1980), que descreveu a anatomia do xilema secundário de 57 espécies dos diferentes gêneros de *Vochysiaceae* e o trabalho de León (2005), que descreveu 21 espécies de *Vochysia* na Venezuela.

Os padrões anatômicos encontrados na madeira resultam de fatores genéticos e variáveis ambientais, tais como clima, condições do solo, altitude e latitude (Klaassen, 1999). Fatores ambientais e sua influência na diversidade anatômica da madeira são o foco de diversas pesquisas de anatomia ecológica (Dickison, 2000).

Além dos fatores genéticos, predeterminados para cada espécie, os estudos de anatomia ecológica da madeira mostram que as variações de solo e clima, tais como a fertilidade do solo, acidez, disponibilidade de água, dentre outras, também podem influenciar nas características anatômicas do lenho, sendo essa uma das explicações para a diversidade na estrutura do xilema secundário encontrada em diferentes espécies (Ceccantini, 1996; Machado *et al.*, 1997; Marcati *et al.*, 2001; Machado *et al.*, 2007; Voigt *et al.*, 2010; Melo Jr. *et al.*, 2012; Sonsin *et al.*, 2012; Melo Jr. *et al.*, 2016).

Em regiões áridas, os principais problemas enfrentados pelas plantas são as altas pressões negativas dentro dos vasos, aumentando o risco de embolismo por cavitação, bloqueando assim o sistema de condução que ocorre na planta (Carlquist 1966; Barajas-Morales 1985). Algumas espécies apresentam vasos numerosos, elementos de vaso mais curtos e pontuações intervasculares com aberturas menores, sendo que essas características têm sido interpretadas como uma estratégia do sistema condutor de aperfeiçoamento do transporte de água, sendo considerados como aspectos anatômicos xeromórficos (Alves & Angyalossy-Alfonso, 2000; Melo Jr. *et al.*, 2011, Melo Jr. & Boeger, 2017).

Vasos de maior diâmetro se mostram mais eficientes na condução hídrica, porém se tornam mais vulneráveis; já os vasos com diâmetros menores promovem maior segurança, devido à maior tensão que ocorre dentro dos vasos estreitos auxiliar a desfazer os embolismos

(Zimmermann 1983; Baas *et al.*, 1983; Wilkins & Papassotiropoulos, 1989; Lindorf, 1994). Desse ponto de vista, nota-se que a segurança na condução se mostra como um valor adaptativo em ambientes xéricos e a eficiência na condução, como adaptação às regiões métricas (Zimmermann, 1983; Carlquist, 1988).

Em relação às variáveis qualitativas, a tendência é que os vasos se agrupem em ambientes mais secos, enquanto que nos ambientes mais úmidos se apresentem solitários (Carlquist & Hoekman, 1985). Também pode ser interpretado como uma tendência ecológica o tipo de placa de perfuração dos elementos de vaso, sendo placas de perfuração simples mais adaptadas para regiões tropicais quentes e ambientes áridos, onde há maior taxa de transpiração (Wheeler & Baas, 1991).

Espécies tropicais tendem a possuir raios altos, enquanto que em regiões temperadas o que se mostra é a tendência de raios mais baixos (Baas, 1973). Em relação às fibras, observa-se que as de paredes mais finas são mais frequentes em ambientes úmidos; o contrário ocorre em ambientes mais secos, onde a tendência é de paredes mais espessas (Alves & Angyalossy-Alfonso, 2002; Luchi, 2004; Luchi *et al.*, 2005).

A existência de camadas de crescimento é descrita em espécies tropicais de clima sazonal que apresentam períodos de seca bem definidos (Baas, 1973). Estudos afirmam existir uma relação entre o estresse hídrico, fenologia e a atividade cambial (Botosso & Vetter, 1991; Botosso & Tomazello Filho, 2001; Ferreira, 2002; Marcati *et al.*, 2006). Foi observado por que madeiras de espécies tropicais comumente apresentam anéis de crescimento bem definidos (Mainieri *et al.*, 1983; Marcati *et al.*, 2006; Lisi *et al.*, 2008; Nogueira Junior *et al.*, 2017), podendo ser demarcados por fibras de paredes espessas e achatadas radialmente, zonas fibrosas, raios distendidos, faixas marginais de parênquima axial, linhas de parênquima marginal e proximidade das linhas de parênquima escalariforme.

Os estudos de anatomia do xilema secundário realizados em espécies do Cerrado tiveram início com trabalhos descritivos (Pinho, 1966; Araújo & Araújo-Filho, 1973; Paviani, 1978; Pinho & Camargo, 1979). Posteriormente começaram a ser realizados trabalhos de anatomia ecológica, que comparam diferentes ambientes e fitofisionomias (Marcati *et al.*, 2001; Luchi *et al.*, 2005; Voigt, 2009; Sonsin *et al.*, 2012; Dória, 2014). Já os trabalhos de anatomia comparada com diferentes partes da planta e ao longo do eixo longitudinal são mais recentes e menos frequentes (Machado *et al.*, 1997; Longui *et al.*, 2012; Marcati *et al.*, 2014; Goulart *et al.*, 2015).

Alguns trabalhos de anatomia ecológica estudam a anatomia do lenho de espécies ocorrentes em áreas de Cerrado *s.l.* (Pereira, 1990; Ceccantini, 1996; Marcati *et al.*, 2001; Luchi *et al.*, 2005; Sonsin *et al.*, 2012) com outras formações florestais. Esses trabalhos relatam que as características anatômicas xeromórficas observadas em espécies do cerrado indicam ajustes que garantem maior eficiência na condução hídrica desses indivíduos.

A anatomia da planta é um fator crucial para o crescimento, desenvolvimento e funcionamento de suas estruturas. O sistema de condução deve fazer o transporte de substâncias sob diferentes pressões e em muitos casos esse fluxo deve ser mantido por muitos metros desde a raiz até as folhas de uma árvore (Read & Stokes, 2006). Além disso, cada indivíduo deve apresentar resistência para garantir a integridade de suas células, ou seja, o design biomecânico de uma planta deve ser "inteligente" para promover seu desenvolvimento e garantir sua sobrevivência ao competir com outras espécies na natureza (Read & Stokes, 2006).

Os estudos de anatomia comparada investigam as variações que ocorrem em diferentes órgãos e ao longo do eixo longitudinal. A madeira de uma árvore participa de funções essenciais em uma planta, tais como condução da seiva, reserva de substâncias e suporte mecânico. Para entender como as plantas otimizam essas diferentes funções, é importante obter uma compreensão mais integrada da funcionalidade dos diferentes órgãos de uma árvore (Chave *et al.*, 2009).

Grande parte dos trabalhos de anatomia comparada são focados nas variações que ocorrem entre raiz e tronco (Machado *et al.*, 1997, 2007; Goulart & Marcati, 2008; Marcati *et al.*, 2014). Poucos descrevem a variação anatômica que ocorre ao longo do eixo axial, incluindo aquelas que ocorrem entre tronco e ramo (Longui *et al.*, 2012; Goulart *et al.*, 2015).

Alguns estudos na área de anatomia com diferentes partes da planta, tais como os de Longui *et al.*, (2012) e Goulart *et al.*, (2015), se mostram contraditórios em alguns aspectos, por exemplo, a frequência de vasos foi menor nos ramos de *Eriotheca gracilipes*, em relação ao tronco e raiz, já Goulart *et al.*, (2015) observou o oposto em *Stryphnodendron adstringens*. Entretanto, outros aspectos se mostram semelhantes, como o que ocorre com a espessura das fibras, mais espessas na raiz e menos nos ramos. Diante disso, mostram-se necessários estudos que auxiliem na compreensão da variação que ocorre ao longo do eixo axial da planta e qual a influência do ambiente nesses resultados.

2. Hipóteses

- A anatomia do lenho refletirá as condições ambientais em que a espécie está inserida.
- Ocorrerá variação quantitativa nas células do lenho ao longo do eixo axial (tronco – ramo) das espécies analisadas.

3. Objetivos

3.1 Objetivo Geral

Compreender a especificidade em relação as características anatômicas de algumas espécies arbóreas do gênero *Vochysia* (*Vochysia thyrsoidea*, *V. pyramidalis*, *V. tucanorum*, *V. elliptica* e *V. rufa*) que ocorrem em diferentes fitofisionomias do Cerrado no Distrito Federal e avaliar os tipos de variação que ocorrem nas estruturas celulares ao longo do eixo axial (tronco-ramo) da planta.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar as variáveis anatômicas do lenho que são significativamente distintas entre as diferentes espécies de *Vochysia*.
- Relatar variações anatômicas do lenho entre diferentes populações distribuídas nas diferentes fitofisionomias do Cerrado *s.l.*, como o cerrado *s.s.* e mata de galeria.
- Verificar as variações que ocorrem em relação a condutividade e resistência da madeira ao longo do eixo axial (tronco e ramo).

4. Metodologia

Foram coletadas de três amostras do lenho do cerne do tronco (caule principal), utilizando trado motorizado (coleta não destrutiva), devido a proibição do abate das árvores. As amostras das espécies *V. thyrsoidea* e *V. pyramidalis* foram retiradas na altura do DAP, já as amostras das demais espécies, *V. tucanorum*, *V. rufa* e *V. elliptica*, foram retiradas à 30 cm da altura do solo, proporcional à altura e diâmetro do tronco das árvores.

As baguetas retiradas do tronco tinham diâmetro médio de 1,5 cm e 8 cm de comprimento, somente na espécie *V. elliptica* o material coletado atingiu a medula. Para a coleta dos ramos utilizou-se o podão. Todos os ramos tinham em média o mesmo diâmetro (3,0 cm),

exceto por *V. pyramidalis*, devido à altura da árvore e a dificuldade em alcançar os ramos. Neste caso, foram coletados ramos com diâmetros menores (2,0 cm). Foram escolhidas árvores com DAP semelhantes quando possível (Tabela 1).

Os locais de coleta são regiões de cerrado *s.s.* e borda da mata de galeria situadas na Fazenda Água Limpa (FAL), Parque Ecológico Bernardo Sayão e reserva do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no DF. Os locais de coleta foram determinados a partir de dados espaciais já compilados e georeferenciados pelo *SpeciesLink*, rede organizada pelo CRIA (Centro de Referência e Informação Ambiental), e a parte do registro de exsicatas provenientes dos herbários da Universidade de Brasília e IBGE.

As amostras do lenho e exsicatas testemunhas foram depositadas na Xiloteca e Herbário da Universidade de Brasília (UBw e UB, respectivamente) em Brasília, DF.

Tabela 1 – Espécies foco do estudo e dados dos indivíduos coletados. LC = local de coleta; FC = Fitofisionomia de coleta; H = altura; DAP = diâmetro altura peito; Alt = altitude; Ce = cerrado s.s.; MG = mata de galeria; FAL= Fazenda Água Limpa; PEBS = Parque Ecológico Bernardo Sayão; IBGE = Reserva do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística no DF.

Espécie	N	LC	FC	H (m)	DAP (cm)	Alt (m)	Coordenadas geográficas
<i>Vochysia thyrsoidea</i>	1	FAL	Ce	10	37,4	1149	15°57'751'' S 47°55'811'' W
	2			11	31,2	1164	15°57'814'' S 47°55'784'' W
	3			12	31,2	1187	15°57'635'' S 47°55'829'' W
<i>V. rufa</i>	1	PEBS	Ce	4,5	24,5	1085,7	15°50'577'' S 47°48'002'' W
	2			4,5	14,6	1079	15°50'34,58'' S 47°49'59,25'' W
	3			4	16,8	1075	15°50'34,43'' S 47°49'59,20'' W
<i>V. elliptica</i>	1	IBGE	Ce	4,8	11,7	1108,2	15°56'57,59'' S 47°52'34,99'' W
	2			4	10,5	1114,4	15°56'58,38'' S 47°52'25,00'' W
	3			6	11,7	1108,2	15°56'58,55'' S 47°52'24,84'' W
<i>V. tucanorum</i>	1	FAL	Ce	4,5	15,5	1060,3	15°57'38,47'' S 47°56'52,58'' W
	2			6	23	1099,3	15°57'36,88'' S 47°56'52,98'' W
	3			7	14,6	1099,3	15°57'36,88'' S 47°56'52,98'' W
	1	FAL	MG	4,5	16,2	1038	15°57'12,05'' S 47°58'11,76'' W
	2			5	15,2	1078	15°57'12,73'' S 47°58'12,64'' W
	3			4,5	14,9	1067	15°57'12,33'' S 47°58'14,00'' W
<i>V. pyramidalis</i>	1	PEBS	MG	22	115,5	1066	15°50'31,35'' S 47°49'04,15'' W
	2			17	71,9	1051	15°50'31,03'' S 47°49'03,87'' W
	3			17	77,7	1062	15°50'31,96'' S 47°49'03,49'' W

Análises microscópicas anatômicas da madeira

Para as análises anatômicas da madeira foram obtidos cortes de aproximadamente 12 a 15 µm de espessura das seções transversais e longitudinais - radiais e tangenciais de tronco e ramo das espécies, que foram duplamente coradas com safranina aquosa 1% e azul de alcian aquoso 1% (1:9) (Kraus & Arduim, 1997). Após a coloração, os cortes foram desidratados com uma série gradual de concentração de etanol (30, 50, 70, 90 e 100%). A fixação do corante é feita em Acetato de Butila. As lâminas histológicas foram montadas permanentemente com resina sintética (Entellan®).

A dissociação das células das espécies citadas seguiu o método de Franklin (1945, modificado por Kraus & Arduim, 1997) e o corante safranina 1% aquoso (Sass, 1958) utilizado para a coloração dessas células. As lâminas semipermanentes foram montadas em glicerina.

As camadas de crescimento foram observadas na macroscopia através de lupa contá-fios, devido à dificuldade de observação nas lâminas.

Análises estatísticas e microscópicas qualitativas e quantitativas

As análises microscópicas qualitativas e quantitativas foram baseadas nas instruções do IAWA Committee (1989). Os dados foram observados utilizando microscópio de luz da marca Olympus modelo BH-2 e as imagens registradas com câmera digital Olympus modelo DP25 acoplada ao microscópio. Para digitalização das imagens e medição dos elementos constituintes foi utilizado software DP2-BSW. Foram realizadas 30 medições para cada uma das características anatômicas quantitativas.

Para as análises estatísticas do tronco, foi calculada a média, desvio-padrão e realizados os testes estatísticos ANOVA e *Tukey*, para avaliar quais características anatômicas eram significativamente diferentes, análise de *Pearson* para avaliar se existe correlação entre o diâmetro do tronco (DAP), a altura e as características anatômicas. A análise de componentes principais (PCA), foi utilizada para ordenar espécies, mostrando quais os fatores quantitativos tiveram maior variação. Para responder se as variáveis anatômicas da madeira são significativamente distintas entre o tronco e ramo das espécies (variação axial) foi realizado teste ANOVA e *Tukey*.

5. Referências Bibliográficas

- ALVES, E.S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 2000 Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. IAWA Journal, v. 21, p. 3-30.
- ALVES, E.S.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 2002. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Axial parenchyma, rays and fibres. IAWA Journal, v. 23 n.4, p. 391-418.
- ALVIN, P.T.; ARAÚJO, W. 1952. El suelo como factor ecológico en el desarrollo de la vegetación en Centro-Oeste del Brasil. Turrialba, v. 2, n. 4, p. 153-160.
- APG II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Botanical Journal of the Linnean Society of London, v. 141, p. 399-436.
- ARAÚJO, P.A.; ARAÚJO FILHO, A. 1973. Estrutura das madeiras de Caryocaraceae. Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 19, p. 5-47.
- ARIAS, D. 2005. Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. Kurú: Revista Forestal, v. 2, n.5, p.1-13.
- ASAO, S.; BEDOYA-ARRIETA, R.; RYAN, M.G. Variation in foliar respiration and wood CO efflux rates among species and canopy layers in a wet tropical forest. Tree Physiology, v. 35, n. 2, p. 148-59.
- BAAS, P. 1973. The anatomy of *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. Blumea, v. 21, p. 193-258.
- BAAS, P.; WERKER, E.; FAHN, A. 1983. Some ecological trends in vessel characters. IAWA Bulletin, v. 4, p. 141-159.
- BAAS, P.; CARLQUIST, S. 1985. A comparison of the ecological wood anatomy of the floras of southern California and Israel. IAWA Bulletin, v. 6 n. 4, p. 349-354.
- BATISTA, A. P. B.; APARÍCIO, W. C.S.; APARÍCIO, P.S.; SANTOS, V. S.; LIMA, R. B.; MELLO, J. M. 2015. Caracterização estrutural em uma floresta de terra firme no estado do Amapá, Brasil. Pesquisa Florestal Brasileira. Colombo, v. 35, n.81, p. 21-33.
- BARAJAS-MORALES, J. 1985. Wood structural difference between trees of the tropical forests in Mexico. IAWA Bulletin, v. 6, n.4, p. 355-364.
- BARDDAL, H. P. DE O. 2015. Sulfatação química do polissacarídeo da goma de exsudato de *Vochysia thyrsoidea* e avaliação das atividades anticoagulante e antitrombótica. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Paraná.
- BARROSO, G.M., PEIXOTO, A.L., COSTA, C.G., ICHASO, C.F., GUIMARÃES, E.F.; LIMA, H.C. 1984. Sistemática de angiospermas do Brasil Vol. 2. São Paulo, EDUSP.
- BOTOSSO, P.C.; TOMAZELLO, FILHO, M. 2001. Aplicação de faixas dendrométricas na dendrocronologia: avaliação da taxa e do ritmo de crescimento do tronco de árvores tropicais e subtropicais. In: MAIA, N.B.; MARTOS, H.L.; BARRELA, W. (eds.) Indicadores ambientais: Conceitos e aplicações. EDUC, São Paulo, p.145-171.
- BOTOSSO, P.C.; VETTER, R.E. 1991. Alguns aspectos sobre a periodicidade e taxa de crescimento em 8 espécies arbóreas tropicais de Floresta de Terra Firme (Amazônia). Revista do Instituto Florestal, v. 3, n. 2, p.163-180.
- BURGER, L.M.; RICHTER, H. G. 1991. Anatomia da madeira. São Paulo, Nobel, 154p.
- CÂMARA, I.P. 1993. Conservação dos Cerrados. In: MONTEIRO, S.; CAZ, L. (eds.) Cerrado: vastos espaços. Rio de Janeiro: Alumbramento/ Livroarte, p.45-49.

- CARLQUIST, S. 1966. Wood anatomy of Compositae: a summary, with comments on factors controlling wood evolution. *Aliso*, v. 6, n.2, p.25-44.
- CARLQUIST, S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *American Journal of Botany*, v. 64, n.7, p. 887-896.
- CARLQUIST, S. 1988. Comparative wood anatomy. Systematic ecological and evolutionary aspects of Dicotyledon Wood. 1 Ed. Springer.
- CARLQUIST, S., D.A. HOEKMAN. 1985. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. *IAWA Bulletin*, v. 6, n. 4, p. 319-347.
- CARVAJAL-VANEGAS, D.; CALVO-ALVARADO, J. 2012. Intercepción de precipitación en dos especies forestales nativas: *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm. y *Vochysia ferruginea* Mart. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, v. 9 n. 22, p. 32-39.
- CECCANTINI, G. 1996. Anatomia ecológica do lenho de espécies de cerrado e mata: *Casearia sylvestris* Sw. e *Machaerium villosum* Vog. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CHAVE, J., COOMES, D.; JANSEN, S.; LEWIS, S.; SWENSON, N.; ZANNE, A. 2009. Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters*, v.12 p. 351-366.
- COUTINHO, L.M. 1978. O conceito de cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 1 p.17-23.
- COUTINHO, L.M. 2002. O bioma do cerrado. In: KLEIN, A.L. (org.). *Eugen Warming e o cerrado brasileiro*. UNESP, São Paulo, p.77-92.
- COUTINHO, L.M. 2006. O conceito de bioma. *Acta Botânica Brasílica*, v. 20 p.13-23.
- DIAS, B.F.S. 1996. Cerrados: uma caracterização. In: DIAS, B.F.S. (ed.). *Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis*. Brasília, Funatura, 97p.
- DICKISON, W.C. 2000. *Integrative Plant Anatomy*. Academic Press, p. 533.
- DÓRIA, L.C. 2014. Anatomia comparada do lenho de *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae) e *Tocoyena formosa* (Rubiaceae) que ocorrem no Cerrado e na Caatinga. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu.
- DURIGAN, G.; BAITELLO, J.B.; FRANCO, G.A.D.C.; SIQUEIRA, M.F. 2004. *Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada*. Páginas & Letras Editora e Gráfica, p. 475.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review*, v. 38 p. 201-341.
- EITEN, G. 1994. Vegetação do cerrado. In: PINTO, M.N. (org.). *Cerrado - caracterização, ocupação e perspectivas*. Editora da Universidade de Brasília, p. 17-73.
- FERREIRA, L. 2002. Periodicidade do crescimento e formação da madeira de algumas espécies arbóreas de florestas estacionais semidecíduas da região sudeste do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- FERRI, M.G. 1944. Transpiração de plantas permanentes dos cerrados. *Boletim da Faculdade de Ciências e Letras USP Botânica*, v. 4, p.159-224.
- FRANÇA, F. 2015. *Vochysiaceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15296>>. Acesso em: junho de 2016.
- FRANKLIN, G.L. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature*, v. 155, p. 51.
- GOULART, S.L.; MARCATI, C. R. 2008. Anatomia comparada do lenho em raiz e caule de *Lippia salviifolia* Cham. (Verbenaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, v. 31, n.2, p. 263-275.

- GOULART, M. A.; RIBEIRO, A. O.; FÁBIO AKIRA MORI, F. A.; ALMEIDA, N. F.; ASSIS, C.O. 2015. Anatomia do lenho de raiz, tronco e galho de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville), CERNE, v. 21, n. 2, p. 329-327. |
- GOULART, M.A.; SANCHES, L.; VILANI, M.T.; PINTO JÚNIOR, O.B. 2015. Análise da evapotranspiração por Wavelet de Morlet em área de *Vochysia divergens* Pohl no Pantanal. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, p.93-98.
- IAWA Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. WHEELER, E.A.; BAAS, P & GASSON, P.E. (Eds.). IAWA Bulletin v. 10, p. 219 – 332.
- JADAN, O.; GUNTER, S.; TORRES, B.; SELESI, D. 2015. Riqueza y potencial maderable en sistemas agroforestales tradicionales como alternativa al uso del bosque nativo, Amazonia del Ecuador. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, v. 12, n.28, p. 13-22.
- KANASHIRO, M. 2002. As Diferenças entre as Árvores. Pesquisa FAPES, v. 82, p. 20-33.
- KLAASSEN, R. 1999. Wood anatomy of the Sapindaceae. IAWA Journal, Leiden, Supplement, v. 2, 214p.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Rio de Janeiro: Seropédica, EDUR, 198p.
- LENS F.; LUTEYN, J.L.; SMETS, E.; JANSEN. S. 2004. Ecological trends in the wood anatomy of Vaccinioideae (Ericaceae s.l.). Flora, v. 199, p. 309-319.
- LEÓN, W. J. H. 2005. Estudio anatómico de la madera de 21 especies del género *Vochysia* (Vochysiaceae). Acta Botánica Venezolana, v. 28, n. 2, p. 213-232.
- LIMA, P. C.; SANTOS, M. G. DOS; CALABRESE, K. DA S.; SILVA, A. L A.; ALMEIDA, F. 2015. Avaliação da capacidade leishmanicida de espécies vegetais do cerrado. Revista de Patologia Tropical, v. 44, n. 1, p. 45-55
- LINDORF, H. 1994. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. IAWA Journal, Leuven, v. 15, p. 361-376.
- LISI, C.S.; TOMAZELLO-FILHO, M.; BOTOSSO, P.C.; ROIG, F.A.; MARIA, V.R.B., FERREIRA-FEDELE, L.; VOIGT, A.R.A. 2008. Tree-ring formation, radial increment periodicity and phenology of tree species from a Seasonal Semi-Deciduous Forest in Southeast Brazil. IAWA Journal v. 29, p.189-207.
- LONGUI, E.L; SILVA, R.A.B.G.; ROMEIRO, D.; LIMA, I.L.; FLORSHEIM, S. M. B.; MELO, A. C. G. 2012. Root-branch anatomical investigation of *Eriotheca gracilipes* young trees: a biomechanical and ecological approach. Scientia Forestalis, v. 40, n. 93, p. 23-33.
- LUCHI, A.E. 2004. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. Revista Brasileira de Botânica, v. 27, n. 2, p. 271-280.
- LUCHI, A.E.; SILVA, L.C.P.; MORAES, M.A. 2005. Anatomia comparada do lenho de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. em áreas de cerrado e de plantação de *Pinus elliottii* Engelm. Revista Brasileira de Botânica, v. 28, n. 4, p. 809-820.
- MACHADO, A. O.; OLIVEIRA, P. E. 2015. Diversidade beta de plantas que oferecem néctar como recurso floral aos beija-flores em cerrados do Brasil Central. Rodriguésia, v. 66, n. 1, p.1 - 19.
- MACHADO, S.R.; MARCATI, C.R.; MORRETES B.L.; ANGYALOSSY, V. 1997. Comparative wood anatomy of root and stem in *Styrax camporum* (Styracaceae). IAWA Journal, v. 18, n.1, p. 13-25.
- MACHADO, S.R.; RODELLA, R.A.; MARCATI, C.R; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 2007. Structural variations in root and stem wood of *Styrax* (Styracaceae) from Brazilian Forest and Cerrado. IAWA Journal, v. 28, n. 2, p. 173-188.

- MACHADO, N. G.; SANCHES, L.; AQUINO, A. M.; SILVA, L. B. DA; NOVAIS, J. W. Z.; BIUDES, M. S. 2015. Growth rhythm of *Vochysia divergens* Pohl (Vochysiaceae) in the Northern Pantanal. *Acta Scientiarum. Biological Science*, v. 37, n. 1, p. 81-90.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P.; ALFONSO, V.A. 1983. Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras. Promocet, 241p.
- MARCATI, C.R.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V.; BENETATI, L. 2001. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 3, n. 24, p. 311-320.
- MARCATI, C.R.; OLIVEIRA, J.S.; MACHADO, S.R. 2006. Camadas de crescimento em espécies lenhosas de cerrado: ocorrência e marcadores anatômicos. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00206032006> *Biota Neotropica*, v. 6 n.3.
- MARCATI, C.R.; LONGO, L.R.; WIEDENHOEFT, A.; BARROS, C.F. 2014. Comparative wood anatomy of root and stem of *Citharexylum myrianthum* (Verbenaceae). *Rodriguésia*, v. 65, n. 3, p. 567-576.
- MAURI, R.; OLIVEIRA, J. T. S. 2011. Anatomia comparada de três espécies do gênero *Vochysia*. *Floresta e Ambiente*, v. 18; n. 1, p. 69-79.
- MELO JR., J.C.F., BOEGER, M.R.T. 2017. Functional Traits of Dominant Plant Species of the Brazilian Sandy Coastal Plain. *International Journal of Current Research*. v. 9, n. 1, p. 45585-45593.
- MELO JR, J.C.F.; CECCANTINI, G. & BONA, C. 2011. Anatomia ecológica do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae) distribuída em diferentes condições edáficas do cerrado sul-brasileiro. *IHERINGIA, Sér. Bot.*, Porto Alegre, v. 66, n. 2, p.189-200.
- MELO JR, J.C.F., BONA, C. & CECCANTINI, G. 2012. Anatomia foliar de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae): interpretações ecológicas em diferentes condições edáficas de Cerrado. *Biotemas*, v. 25, n. 4, p.29-36.
- MELO JR., J.C.F.; SILVA, M.M.; SOFFIATTI, P. 2016. Anatomia ecológica da madeira de *Rudgea Viburnoides* (cham.) Benth. em campo cerrado e rupestre. *BALDUINIA*, n. 54, p. 22-31.
- MENDONÇA, R C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.; REZENDO, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P.E.; FAGG, C.W. 2008. Flora vascular do Bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. *In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (eds.) Cerrado: ecologia e flora* p. 422-442.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G. A.B.; KENT, J.2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, p.853–858.
- NOGUEIRA JR, F.C.; PAGOTTO, M.A.; · ROIG, F.A.; LISI, C.S.; · RIBEIRO, A.S. 2017. Responses of tree-ring growth in *Schinopsis brasiliensis* to climate factors in the dry forests of northeastern Brazil. *Trees*, 12p.
- PAVIANI, T. I. 1978. Anatomia vegetal e cerrado. *Ciência e Cultura*, v. 30, p. 1076-1086.
- PEREIRA, B.A.S. 1990. Estudo morfo-anatômico da madeira, casca e folha de duas variedades vicariantes de *Sclerolobium paniculatum* de mata e cerrado. Dissertação de - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PINHO, R. A. 1966. Contribuição ao estudo anatômico do lenho secundário de árvores da flora dos Cerrados. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 38, p. 113-136.
- PINHO, R. A.; CAMARGO, T. M. 1979. Contribuição ao estudo anatômico do lenho de árvores da flora dos cerrados III. *Hoehnea*, v. 8, p. 1-9.

- PLOMION, C.; LEPROVOST, G.; STOKES, A. 2001. Wood formation in trees. *Plant Physiology*, v. 127, p. 1513-1523.
- QUIRK, J. T. 1980. Wood anatomy of the Vochysiaceae. *Iawa Bulletin*, v. 1, n. 4, p. 172 – 179.
- RATTER, J.A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*, v. 80, p. 223-230.
- RATTER, J. A., RIBEIRO, J. E.; BRIDGEWATER, S. 2000. Woody flora distribution of Cerrado biome: phytogeography and conservation priorities. *EMBRAPA*, p. 340- 342.
- RAWITSCHER, F.K., FERRI, M.G., RACHID, M. 1943. Profundidade dos solos e vegetação em campos cerrados do Brasil meridional. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 15, n. 4, p. 267-294
- READ, J.; STOKES, A. 2006. Biomechanics in an ecological context. *American Journal of Botany*, Columbus, v. 93, p. 1546-1565.
- REIS, A.R.S; ALVES, R.S; URBINATI, C.V; SANTOS, J.X; SILVA, J. R.; LISBOA, P.L.B. 2015. Anatomia do xilema secundário de sete espécies de *Vochysia* Aubl. (Vochysiaceae), conhecidas como quaruba no Estado do Pará, Brasil, *Biota Amazônia*, Macapá, v. 5, n. 2, p. 45-51.
- RENNÓ, L.R. 1963. *Pequeno dicionário etimológico das famílias botânicas*. Belo Horizonte, UFMG.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. *Cerrado: ambiente e flora*, p. 89-169.
- RIZZINI, C.T. 1970. Sobre alguns aspectos do cerrado. *Boletim Geográfico*, v. 218, p. 48-65.
- RIZZINI, C.T. 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. 2 ed. Rio de Janeiro, Âmbito Cultural Edições.
- SASS, J.E. 1958. *Elements of botanical microtechnique*. New York-London: McGraw-Hill Book, 222p.
- SAVI, D.C.; HAMINIUK, C.W.I.; SORA, G.T.S.; ADAMOSKI, D.M.; KENSKI, J.; WINNISCHOFER, SM.B.; GLIENKE, C. 2015. Antitumor, antioxidant and antibacterial activities of secondary metabolites extracted by endophytic actinomycetes isolated from *Vochysia divergens*. *International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences - IJPCBS*, v. 5, n. 1, p. 347-356.
- SERRANO, E. A.; VARGAS, R. O. 2010. Estudio radicular de *Vochysia ferruginea* (botarrama) em plantaciones y condiciones naturales en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, v. 23, n. 1, p. 9-18.
- SILVA, F.A.M.; ASSAD, E.D.; EVANGELISTA, B.A. 2008. Caracterização climática do bioma cerrado. *In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (eds.) Cerrado: ecologia e flora*. v. 1, p. 71-88.
- SONSIN, J.O.; GASSON, E.P.; BARROS, C.F.; MARCATI, C.R. 2012. A comparison of the wood anatomy of 11 species from two Cerrado habitats (cerrado *s.s.* and adjacent gallery forest). *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 170, n. 2, p. 257-276.
- SOUZA, L. F. 2014. A família Vochysiaceae A.St.-Hil. na microrregião sudoeste goiano. *Revista de Biologia Neotropical*, v. 11, n. 1, p.1-10.
- SOUZA, T.V. DE; TORRES, I.C.; STEINER, N.; PAULILO, M.T.S. 2015. Seed dormancy in tree species of the Tropical Brazilian Atlantic Forest and its relationships with seed traits and environmental conditions. *Brazilian Journal of Botany*, v. 38, n. 2, p. 243–264.
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. 2012. *Botânica Sistemática: Guia Ilustrado para Identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APGIII*. 3. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p. 768.

- VIANNA, M.C. 1980. O gênero *Vochysia* Aubl. (Vochysiaceae) no Estado do Rio de Janeiro. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 55, p. 237-326.
- VIANNA, L. S. 2015. Caracterização da diversidade genética de duas populações naturais de *Vochysia bifalcata* Warm no parque nacional do caparaó/ES. *Nucleus*, v. 12, n.1, p. 173-179.
- VISCARRA, L. J.; MARTINEZ, M. T.; LEDEZMA, R.; CHUVIRÚ, T.; ARAUJO-MURAKAMI, A. 2014. Nuevos registros de plantas vasculares para la flora de Bolívia basado en la revisión de especímenes del herbario del museo de história natural Noel Kempff Mercado. *Kempffiana*, v. 10, n. 2, p. 14-19.
- Vochysiaceae* in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15281>>. Acesso em: 14 de junho de 2016.
- VOIGT, A. R. A. 2009. Anatomia comparada do lenho da espécie *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae) em áreas de Cerrado no Sudeste e Centro-oeste do Brasil. Dissertação (Mestrado em Botânica) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- WHEELER, E.A.; BAAS P. 1991. A survey of the fossil record for Dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. *IAWA Bulletin*, v. 12, n. 3, p. 275-318.
- WILKINS, A.P. & PAPASSOTIRIOU, S. 1989. Wood anatomical variation of *Acacia melanocalyx* in relation to latitude. *IAWA Bulletin*, v. 10, p. 201-207.
- WWF Brasil. Disponível em <https://www.wwf.org.br/naturezabrasileira/questoes_ambientais/biomas/biomacerrado/mapa_bioma_cerrado/>. Acesso em: janeiro de 2018.
- ZENID, G. J.; CECCANTINI, G. C. T. 2007. Identificação botânica de madeiras. Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeiras do Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo (IPT).
- ZIMMERMANN, M.H. 1983. Xylem structure and ascent Sap. 1ed. Ed. Springer, Berlin Heidelberg New York, 336p.

CAPÍTULO I

ANATOMIA ECOLÓGICA DE ESPÉCIES DO GÊNERO *VOCHYSIA* (VOCHYSIACEAE) EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DO CERRADO (cerrado s.s. e mata de galeria)

Larissa Leite Barboza, Alexandre Bahia Gontijo, Julia Sonsin-Oliveira

Anatomia ecológica de espécies do gênero *Vochysia* (Vochysiaceae) em diferentes fitofisionomias do Cerrado (cerrado s.s. e mata de galeria)

Larissa Leite Barboza, Alexandre Bahia Gontijo, Julia Sonsin-Oliveira

Resumo

O gênero *Vochysia* possui espécies de comum distribuição no Bioma Cerrado, sendo nove ocorrentes no Cerrado do Distrito Federal. Essas espécies ocorrem em diferentes fitofisionomias, sendo muitas restritas a ambientes secos e com solos mais pobres, outras somente de ambientes úmidos, ou ainda podem ocorrer em ambos os ambientes. A anatomia ecológica da madeira relaciona as variações nas estruturas anatômicas às condições ambientais onde estes indivíduos se desenvolvem. O objetivo desse trabalho é compreender as variações anatômicas no lenho de espécies do gênero *Vochysia* em diferentes fitofisionomias do Cerrado, foram coletadas amostras de madeira do tronco de 3 indivíduos, utilizando trado motorizado, de: *Vochysia thyrsoidea*, *V. tucanorum*, *V. rufa* e *V. elliptica* em regiões de Cerrado s.s.; *V. pyramidalis* e *V. tucanorum* em Mata de Galeria, no Distrito Federal. Nas análises foram seguidas as metodologias usuais para anatomia da madeira. As análises estatísticas foram calculadas a partir de teste ANOVA, teste *Tukey*, teste de *Pearson* e PCA utilizando o programa estatístico R. No geral, a madeira das espécies apresentou: camadas de crescimento mal definidas, porosidade difusa, vasos solitários e múltiplos, placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas circulares e radiovasculares semelhantes as intervasculares, guarnecidas; fibras de paredes de finas à espessas, são septadas e apresentam pontoações simples ou com aureolas muito reduzidas; parênquima axial é predominantemente em faixas com mais de três células de largura; raios variam de 1 à 4 células de largura, podendo ser todas as células procumbentes ou com 1-4 fileiras marginais de células eretas e/ou quadradas; drusas presentes em idioblastos. Foi observada correlação entre o diâmetro e altura do tronco com o diâmetro dos elementos de vaso na análise de *Pearson*, sendo que espécies com diâmetros de vasos maiores foram encontradas em árvores com troncos mais largos e altos. Os resultados em relação ao diâmetro, densidade e agrupamento dos elementos de vaso, podem ser indícios de uma adaptação ecológica dessas plantas ao Bioma Cerrado, confirmado pelas análises estatísticas que indicam que as características anatômicas não estão relacionadas ao tipo de fitofisionomia onde essas plantas se desenvolvem.

Abstract: Ecological wood anatomy of *Vochysia* species (Vochysiaceae) in different habitat of cerrado *s.l.*

The *Vochysia* genus has species of common distribution in Cerrado's Biome, being nine occurring in the Federal District. These species are distributed in different Cerrado's habitats, many restricted to dry environments with poor soils, others only in humid environments, or yet may occur in both environments. The ecological wood anatomy relates the variations in the anatomical structures with the environmental conditions where these individuals develop, with the intent to comprehend the anatomical strategies, which allows the plants to survive in different environmental conditions. This work aims to understand the wood anatomical variations of arboreal species of the genus *Vochysia* in different habitat of Cerrado. Samples of stem wood of three individuals of *Vochysia thyrsoidea*, *V. tucanorum*, *V. rufa* and *V. elliptica* were collected in regions of Cerrado *s.s.*, *V. pyramidalis* and *V. tucanorum* in gallery forest in Federal District. The wood anatomical analyses followed the usual methodologies. The statistical analyzes used were: ANOVA'S, Tukey's, Pearson's test and principal component analyses (PCA), using the statistical program R. In general, the species wood showed: growth rings poorly defined; diffuse-porous wood, solitary and multiple vessels, simple perforation plates, intervessel pits alternate rounded and vessel-ray pitting similar to intervessel pits, vestured; fibres thin- to thick-walled, septate and with simple to minutely bordered pits; axial parenchyma is predominantly in bands with more than three cells wide, ray width 1 to 4 cells wide, with all ray cells procumbent and 1-4 of upright and/or square marginal cells; druses present in idioblasts. In Pearson's analysis, there was a correlation between stem diameter and height with the vessel diameter, in which species with larger vessel diameters were found in trees with wider and taller trunks. The results in relation to the diameter, density and grouping of the vessel elements can be indications of an ecological adaptation of these plants to the Cerrado's Biome, confirmed by the statistical analyzes (PCA) which indicates that the anatomical characteristics are not related to the type of habitat where these plants develop.

1. Introdução

O gênero *Vochysia* ocorre basicamente em formações florestais apesar de serem espécies de comum distribuição pelo Cerrado (Stafleu, 1948). Na Lista da Flora do Brasil (2018) são citadas 88 espécies; em que 26 são para este Bioma. Somente 10 ocorrem no Distrito Federal, sendo a maioria de hábito arbóreo (Vochysiaceae in Flora do Brasil, 2018).

As espécies da família Vochysiaceae são acumuladoras obrigatórias de alumínio (Haridasan, 2006). Essas ocorrem em diferentes fitofisionomias, muitas restritas a ambientes secos e com solos mais pobres, outras somente de ambientes florestais úmidos, sendo consideradas regiões que apresentam solos mais férteis e sofrem menos com as queimadas típicas do Cerrado *s.l.*. Há ainda algumas espécies que são mais generalistas. Alguns exemplos são *Vochysia thyrsoidea* e *V. rufa* que são comumente encontradas no cerrado *sensu stricto* e campos rupestres, enquanto que *V. pyramidalis* ocorre em ambientes de mata de galeria, já a espécie *V. tucanorum*, é encontrada em ambas fitofisionomias (SpeciesLink, 2016).

Neste sentido, observa-se que a diversidade de espécies encontradas no Cerrado está diretamente relacionada à variedade de climas e de solos na região, que caracterizam as diversas fitofisionomias encontradas nesse ambiente (Dias, 1992). Os solos do Cerrado são pobres em matéria orgânica, arenosos, ácidos, profundos e bem drenados, e com altos níveis de Alumínio solúvel, resultando na aparência xeromórfica dessa vegetação (Haridasan, 2000; Franco, 2002). As duas principais formações vegetais que podemos encontrar são as herbáceas e as arbóreas (Rizzini, 1962).

No Cerrado, podemos encontrar diversas fitofisionomias, uma delas é o cerrado *s.s.*, que pode chegar a representar 70% do Bioma Cerrado; sua paisagem é composta por um estrato herbáceo dominado principalmente por gramíneas e também um estrato de árvores e arbustos de troncos tortuosos, com ramificações irregulares e retorcidas, cobertos por uma cortiça grossa, cujas folhas são geralmente grandes e rígidas, geralmente com evidências de queimadas (Ferri, 1977; Eiten, 1994). Segundo os mesmos autores tais características são atribuídas a vegetações de ambientes em que a água é escassa, no entanto, é bem relatado na literatura que as plantas arbóreas não sofrem restrição hídrica durante a estação seca (Goodland & Ferri, 1979), pelo menos os indivíduos de espécies que possuem raízes profundas (Ferri, 1974). A frequência com que ocorrem as queimadas, o nível de profundidade do lençol freático e os fatores antrópicos têm nítida influência na distribuição das espécies nesse Bioma (Ribeiro & Walter, 1998). São citadas nesse ambiente as espécies *Vochysia thyrsoidea*, *V. rufa*, *V. tucanorum* e *V. elliptica*.

Ainda dentro dessas fitofisionomias, encontram-se as matas de galerias ou ciliares, que formam comunidades características em meio a outras comunidades savânicas e campestres, típicas do Brasil Central (Ribeiro & Walter, 1998). Por Mata de Galeria entende-se a vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso de água. Geralmente localiza-se nos fundos dos vales ou nas cabeceiras de drenagem onde os cursos de água ainda não escavaram um canal definitivo (Ratter *et al.* 1973; Ribeiro *et al.* 1983).

As matas de galeria destacam-se pela sua riqueza de espécies (Felfili *et al.*, 2001) e por exercerem importante papel na proteção de recursos hídricos (Lima & Zakia, 2001). A altura média do estrato arbóreo varia entre 20 e 30 metros, no seu interior a umidade relativa é alta mesmo na época mais seca do ano (Ribeiro & Walter, 1988). Mesmo estando incluídas nas diferentes fitofisionomias do Cerrado, essas matas não sofrem os mesmos níveis de estresse hídrico e nem com as frequentes queimadas, pois o fogo normalmente extingue-se em sua borda (Felfili, 1995). Hoffman *et al.*, (2003) mostraram que árvores de mata de galeria possuem geralmente a casca menos espessa quando comparada com as do Cerrado, e que não há diferenças significativas em relação às folhas entre os dois ambientes. Para essa fitofiosionimia são citadas as espécies *Vochysia pyramidalis* e *V. tucanorum*

A fim de determinar a influência desses diferentes aspectos ambientais no desenvolvimento das plantas, a anatomia ecológica relaciona variações nas estruturas anatômicas com as condições ambientais onde estes indivíduos se desenvolvem, buscando compreender as estratégias e as respostas adaptativas que permitem às plantas sobreviverem em diferentes condições ambientais (Dickison, 2000). Essa capacidade de ajuste se relaciona a aspectos genotípicos e fenotípicos, que podem se expressar em mudanças morfológicas e fisiológicas (Aranda *et al.*, 2001).

As características quantitativas relacionadas ao diâmetro, comprimento e frequência de vasos, comprimento e espessura da parede das fibras são as mais citadas para os diferentes ambientes (Carlquist, 1977; Baas *et al.* 1983; Barajas-Morales 1985; Alves & Angyalossy-Alfonso 2002; Lima *et al.*, 2009; Sonsin *et al.* 2012).

Estudos voltados para a anatomia do lenho de espécies ocorrentes em áreas cerrado *s.l.* em comparação com outras formações e até mesmo comparando diferentes fitofisionomias dentro do Cerrado (ver Ceccantini, 1996; Marcati *et al.*, 2001; Luchi *et al.*, 2005, Voigt *et al.*, 2010; Melo Jr. *et al.*, 2011; Sonsin *et al.*, 2012; Melo Jr. *et al.*, 2016) relataram características

anatômicas xeromórficas (maior densidade de vaso de menor diâmetro, fibra mais curtas e com paredes mais espessas), para espécies ocorrentes em ambientes mais secos quando comparadas com formações com maior disponibilidade de água, indicando um ajuste na anatomia para garantir maior segurança do fluxo hídrico.

O objetivo desse trabalho é averiguar se em espécies de porte arbóreo do gênero *Vochysia*, é possível distinguir variações na anatomia da madeira de indivíduos que ocorrem somente em fitofisionomias de menor disponibilidade hídrica (*V. thyrsoidea*, *V. rufa* e *V. elliptica*), como o cerrado *s.s.*, em comparação com espécies de ambientes mais úmidos (*V. pyramidalis*), como as matas de galeria ou ainda em espécies que conseguem habitar ambos os ambientes (*V. tucanorum*).

2. Metodologia

Foram coletadas de três amostras do lenho do cerne do tronco de diferentes espécies *Vochysia* em regiões de Cerrado *s.s.* e em Mata de Galeria (Tabela 1), utilizando trado motorizado (coleta não destrutiva), devido a proibição do abate das árvores. As amostras do tronco das espécies *V. thyrsoidea* e *V. pyramidalis* foram retiradas na altura do DAP, as amostras das demais espécies, *V. tucanorum*, *V. rufa* e *V. elliptica*, foram retiradas à 30 cm da altura do solo, proporcional à altura e diâmetro do tronco das árvores. As baguetas retiradas do tronco tinham diâmetro médio de 1,5 cm e 8 cm de comprimento. Foram escolhidas árvores com DAP semelhantes quando possível (Tabela 1).

Tabela 1 – Espécies foco do estudo e dados dos indivíduos coletados. LC = local de coleta; FC = Fitofisionomia de coleta; H = altura; DAP = diâmetro altura peito; Alt = altitude; Ce = cerrado s.s.; MG = mata de galeria; FAL= Fazenda Água Limpa; PEBS = Parque Ecológico Bernardo Sayão; IBGE = Reserva do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística no DF.

Espécie	N	LC	FC	H (m)	DAP (cm)	Alt (m)	Coordenadas geográficas
<i>Vochysia thyrsoidea</i>	1	FAL	Ce	10	37,4	1149	15°57'751'' S 47°55'811'' W
	2			11	31,2	1164	15°57'814'' S 47°55'784'' W
	3			12	31,2	1187	15°57'635'' S 47°55'829'' W
<i>V. rufa</i>	1	PEBS	Ce	4,5	24,5	1085,7	15°50'577'' S 47°48'002'' W
	2			4,5	14,6	1079	15°50'34,58'' S 47°49'59,25'' W
	3			4	16,8	1075	15°50'34,43'' S 47°49'59,20'' W
<i>V. elliptica</i>	1	IBGE	Ce	4,8	11,7	1108,2	15°56'57,59'' S 47°52'34,99'' W
	2			4	10,5	1114,4	15°56'58,38'' S 47°52'25,00'' W
	3			6	11,7	1108,2	15°56'58,55'' S 47°52'24,84'' W
<i>V. tucanorum</i>	1	FAL	Ce	4,5	15,5	1060,3	15°57'38,47'' S 47°56'52,58'' W
	2			6	23	1099,3	15°57'36,88'' S 47°56'52,98'' W
	3			7	14,6	1099,3	15°57'36,88'' S 47°56'52,98'' W
	1	FAL	MG	4,5	16,2	1038	15°57'12,05'' S 47°58'11,76'' W
	2			5	15,2	1078	15°57'12,73'' S 47°58'12,64'' W
	3			4,5	14,9	1067	15°57'12,33'' S 47°58'14,00'' W
<i>V. pyramidalis</i>	1	PEBS	MG	22	115,5	1066	15°50'31,35'' S 47°49'04,15'' W
	2			17	71,9	1051	15°50'31,03'' S 47°49'03,87'' W
	3			17	77,7	1062	15°50'31,96'' S 47°49'03,49'' W

Os locais de coleta foram determinados a partir de dados espaciais já compilados e georeferenciados pelo *SpeciesLink*, rede organizada pelo CRIA (Centro de Referência e Informação Ambiental). As amostras do lenho e exsicatas testemunhas foram depositadas na

Xiloteca e Herbário da Universidade de Brasília (UBw e UB, respectivamente) em Brasília, DF.

As análises anatômicas da madeira foram feitas a partir da montagem de lâminas histológicas permanentes e semipermanentes. Para a montagem de lâminas permanentes foram obtidos cortes de aproximadamente 12 a 15 μm de espessura das seções transversais e longitudinais – radiais e tangenciais do tronco das espécies, os cortes foram submetidos a dupla coloração utilizando os corantes safranina aquosa 1% e azul de alcian aquoso 1% (1:9) (Kraus & Arduim, 1997), desidratados em álcool numa série gradual (30, 50, 70, 90 e 100%) e o corante fixado em Acetato de Butila. As lâminas histológicas foram montadas permanentemente com resina sintética (Entellan®).

A montagem de lâminas semipermanentes foi feita a partir da dissociação das células, seguindo o método de Franklin (1945, modificado por Kraus & Arduim, 1997), coradas com safranina 1% aquosa (Sass, 1958) e montadas em glicerina.

As camadas de crescimento foram observadas na macroscopia através de lupa contafios, na amostra do tronco (bagaeta), devido à dificuldade de observação nas lâminas.

Para as análises microscópicas qualitativas e quantitativas seguiu-se as instruções do IAWA Committee (1989). Foram realizadas 30 medições para cada uma das características anatômicas quantitativas.

Para as análises estatísticas, calculou-se a média, desvio-padrão e realizou-se os testes estatísticos ANOVA e *Tukey*, para avaliar quais características anatômicas eram significativamente diferentes e o teste *Pearson* para avaliar se existe correlação entre o diâmetro do tronco (DAP), altura e as características anatômicas. A análise de componentes principais (PCA), foi utilizada para ordenar espécies, mostrando quais os fatores quantitativos tiveram maior variação.

3. Resultados

A anatomia das espécies desse gênero, em relação as variáveis qualitativas são relativamente semelhantes (Tabela 2) (Figura 1-3). No geral, as espécies apresentaram camadas de crescimento mal definidas, porosidade difusa, vasos solitários e múltiplos de 2 a 4, placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas circulares e radiovasculares semelhantes as intervasculares, guarnecidas. As fibras de paredes de finas à espessas, são septadas e apresentam pontoações simples ou com aureolas muito reduzidas. O parênquima

axial é predominantemente em faixas com mais de três células de largura, havendo também vasicêntrico e em alguns casos aliforme losangular e confluyente curto, e ocasionalmente apotraqueal difuso. Os raios variam de 1 à 4 células de largura, podendo ser todas as células procumbentes ou com 1-4 fileiras marginais de células eretas e/ou quadradas. Drusas estão presentes em idioblastos.

As principais variações na anatomia foram em relação ao marcador da camada de crescimento (Figura 3), em que as espécies *V. thyrsoides* e *V. tucanorum* são demarcadas por faixas de parênquima marginal, podendo estar associadas aos canais secretores, enquanto que *V. rufa*, *V. elliptica* e *V. pyramidalis* apresentaram demarcação por zonas fibrosas. Houve variação na presença de fibras gelatinosas em *V. tucanorum* de mata de galeria (Figura 1), no entanto só foi observada uma parte do tronco. Além disso, o tipo de parênquima variou em relação disposição das células e também em quantidade (Figura 1).

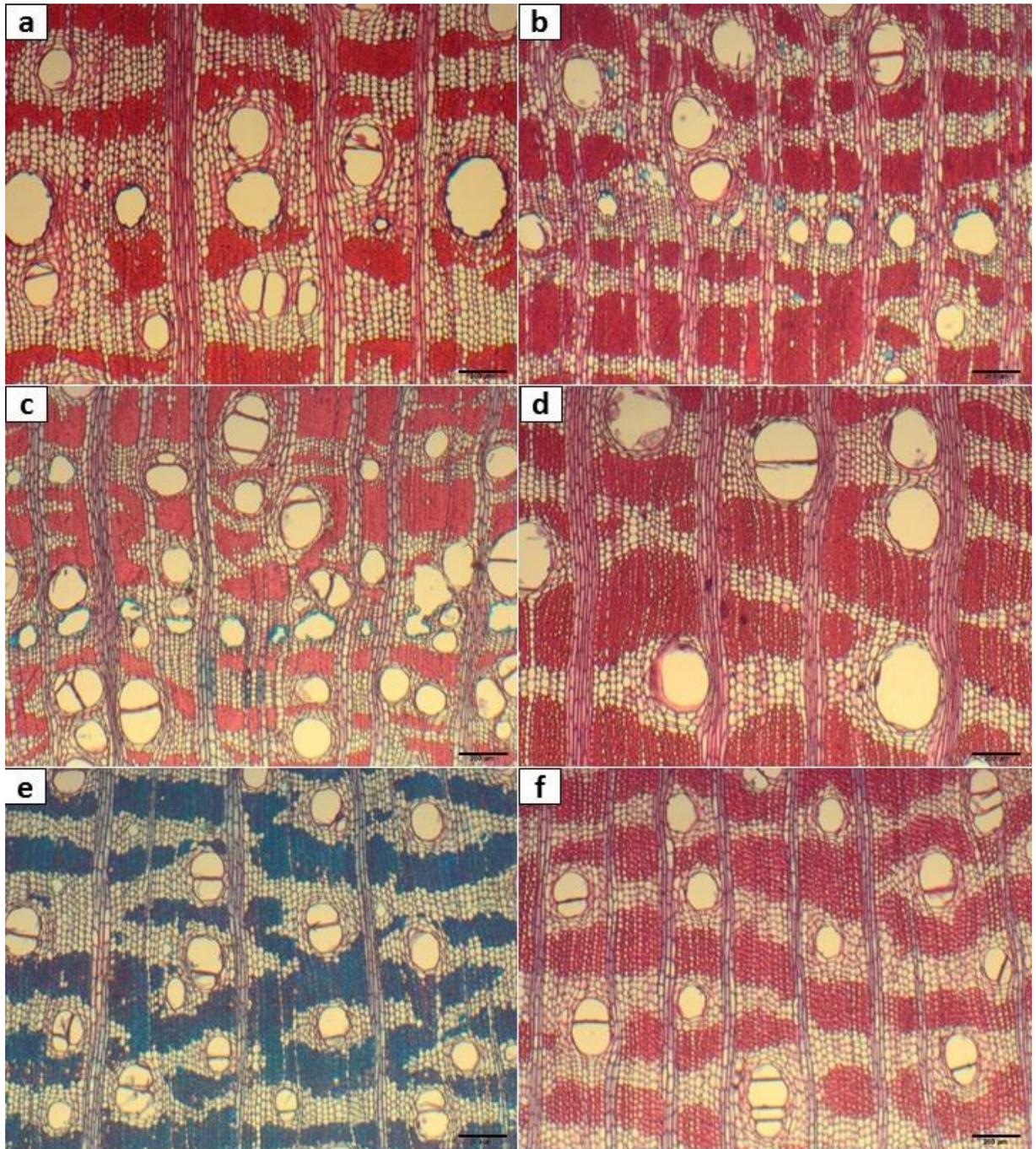


Figura 1. a-f Sessão transversal; a. *Vochysia thyrsoidea*; b. *V. rufa*; c. *V. elliptica*; d. *V. pyramidalis* e. *V. tucanorum* (Mata de Galeria); f. *V. tucanorum* (cerrado *sensu stricto*). Barras 200 µm

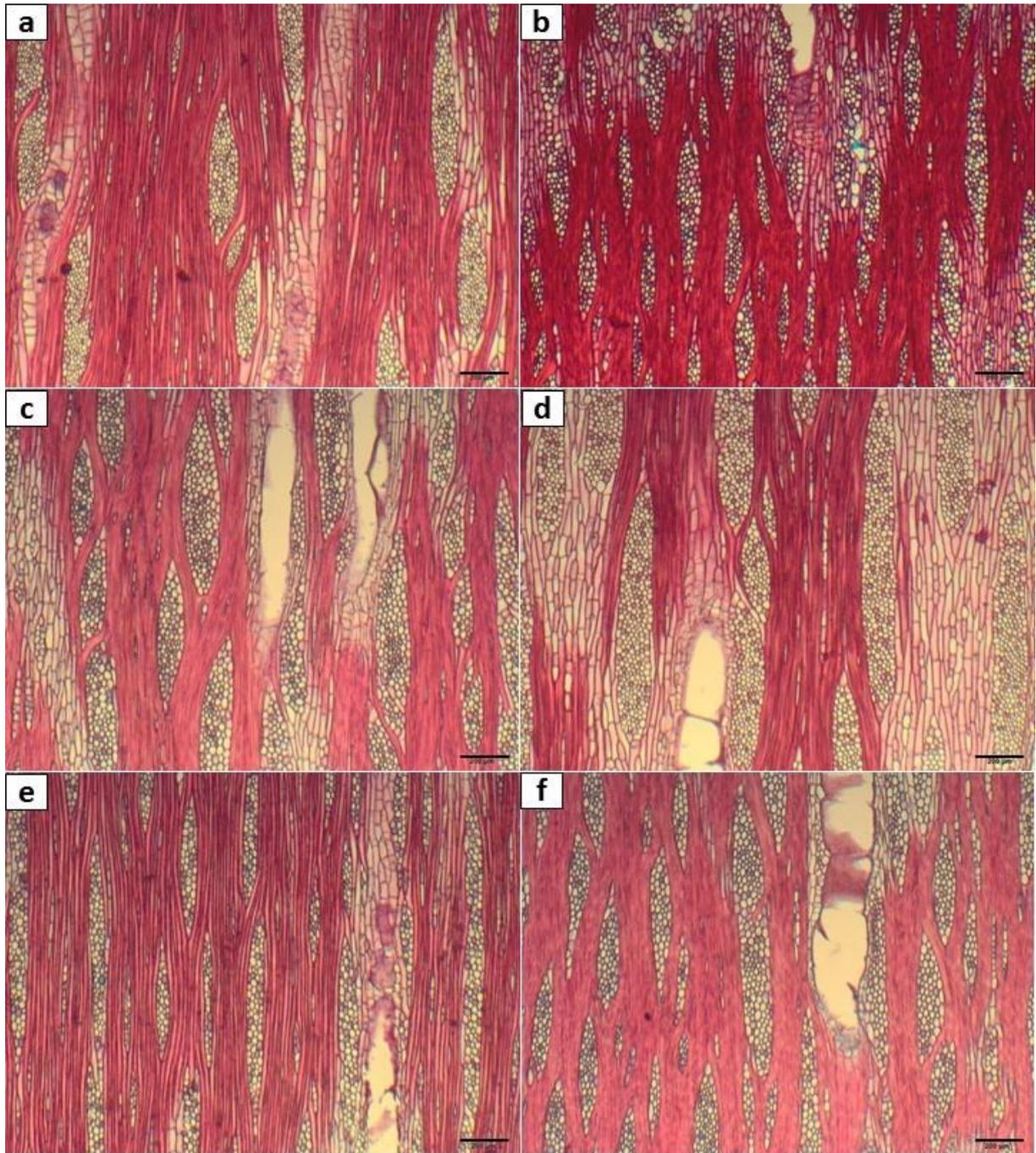


Figura 2. a-f Sessão tangencial; a. *Vochysia thyrsoidea*; b. *V. rufa*; c. *V. elliptica*; d. *V. pyramidalis*; e. *V. tucanorum* (Mata de Galeria); f. *V. tucanorum* (cerrado sensu stricto). Barras 200 μ m.

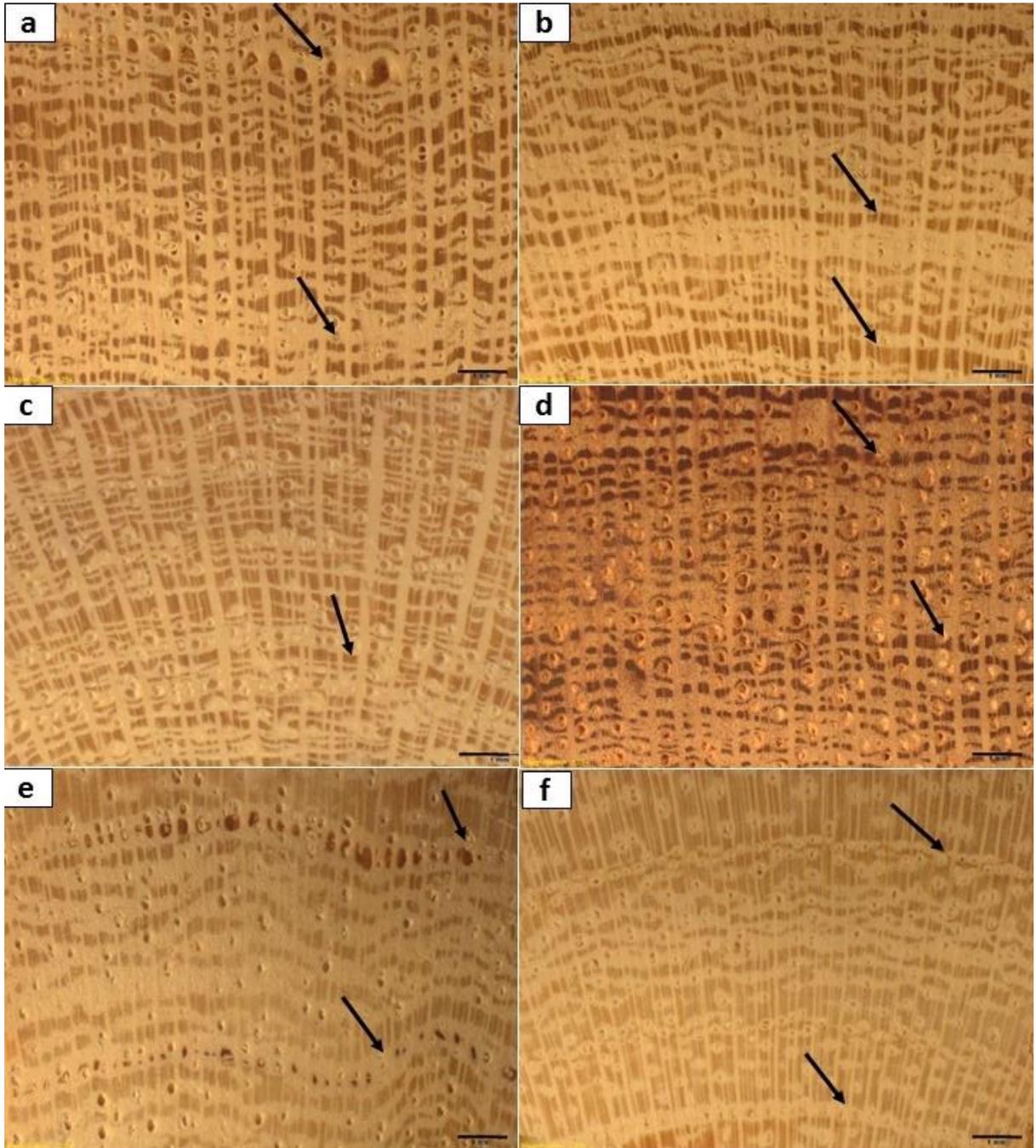


Figura 3. a-f Seção transversal, setas indicam camadas de crescimento; a-*Vochysia thyrsoidea*; b-*V. rufa*; c-*V. elliptica*; d-*V. pyramidalis*; e-*V. tucanorum* (Mata de galeria); f-*V. tucanorum* (cerrado *sensu stricto*). Barras 1mm.

Tabela 2- Descrição qualitativa das espécies. Ce = cerrado *sensu stricto*; MG = mata de Galeria; 1 = presença da característica; 0 = ausência da característica.

Características anatômicas da madeira	Espécie/ Fitofisionomia					
	<i>Vochysia thyrsoidea</i>	<i>Vochysia tucanorum</i>	<i>Vochysia tucanorum</i>	<i>Vochysia rufta</i>	<i>Vochysia pyramidalis</i>	<i>Vochysia elliptica</i>
	Ce	MG	Ce	Ce	MG	Ce
Camadas de crescimento mal definidas	1	1	1	1	1	1
Camadas demarcadas por zonas fibrosas	0	0	0	1	1	1
Camadas demarcadas por faixas/linhas marginais de parênquima axial	1	1	1	0	0	0
Porosidade difusa	1	1	1	1	1	1
Sem arranjo	1	1	1	1	1	1
Vasos solitários e múltiplos	1	1	1	1	1	1
Placas de perfuração simples	1	1	1	1	1	1
% de vasos solitários	56	54	45	47	83	62
% de vasos múltiplos de 2	35	39	43	47	15	32
% de vasos múltiplos de 3	3	4	8	6	1,3	4
% de vasos em com mais de 4	1	0	1	3	0	1,3
Pontoações intervasculares alternas/circulares	1	1	1	1	1	1
Pontoações intervasculares poligonais	1	1	1	1	1	1
Pontoações guarnecidas	1	1	1	1	1	1
Pontoações radiovasculares semelhantes às intervasculares	1	1	1	1	1	1
Fibras com pontoações simples ou aréolas reduzidas	1	1	1	1	1	1
Fibras septadas	1	1	1	1	1	1
Fibras com paredes de finas a espessas	1	1	1	1	1	1
Fibras gelatinosas	0	1	0	0	0	0
Parênquima axial apotraqueal difuso	1	1	1	1	1	1
Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico	0	0	1	0	0	1
Parênquima axial paratraqueal aliforme	0	1	1	1	1	1
Parênquima axial paratraqueal confluyente	0	1	1	0	0	1
Parênquima em faixas com mais de 3 células de largura	1	1	1	1	1	1
Faixa marginal	1	1	1	0	0	1
Raios 1-3 células de largura	1	1	1	1	1	1
Raios 4 células de largura ou maiores	1	1	1	1	1	1
Todas as células do raio procumbentes	1	1	1	1	1	1
Corpo do raio procumbente com 1 fileira marginal de células eretas e/ou quadradas	1	1	1	1	1	1

Características anatômicas da madeira	<i>Vochysia thyrsoidea</i>	<i>Vochysia tucanorum</i>	<i>Vochysia tucanorum</i>	<i>Vochysia rufa</i>	<i>Vochysia pyramidalis</i>	<i>Vochysia elliptica</i>
	Ce	MG	Ce	Ce	MG	Ce
Corpo do raio procumbe com 2-4 fileiras marginais de células eretas e/ou quadradas	1	1	1	1	1	1
Canal traumático	1	1	1	1	1	1
Cristais/drusas presentes no parênquima radial	0	1	1	1	1	1
Cristais presentes no parênquima axial	1	1	1	0	1	0

Na análise quantitativa (Tabela 3), as médias da espécie *Vochysia thyrsoidea* foram maiores em relação ao comprimento das fibras. Esta espécie apresentou, ainda, maior comprimento de vasos com menor densidade, e menor frequência de raios, porém foi estatisticamente semelhante a *V. pyramidalis*. Maior diâmetro de vaso foi observado para *V. pyramidalis*. Fibras de paredes mais espessas foram observadas em *V. thyrsoidea* e *V. elliptica*. Para *V. rufa* foram encontrados os menores valores de comprimento dos elementos de vaso. Raios mais largos foram observados em *V. pyramidalis*, estes foram mais altos, mas estatisticamente semelhantes a *V. elliptica*.

A espécie *V. tucanorum* foi a única coletada em ambas fitofisionomias. Quando comparando a espécie (Tabela 3), os indivíduos coletados no cerrado apresentaram maior densidade de vasos, menor diâmetro de pontuação radiovascular e fibras menores de paredes mais finas, características estatisticamente diferentes. O diâmetro de vasos foi menor no cerrado, porém estatisticamente igual ao de mata de galeria.

Tabela 3 – Dados quantitativos e Teste de *Tukey* ($P= <0,05$) para as espécies do gênero *Vochysia* coletadas em diferentes fitofisionomias do Distrito Federal. Ce= cerrado *sensu stricto*; MG= mata de galeria; M =média; SD= desvio padrão; FL= comprimento da fibra; VL= comprimento do elemento de vaso; IVP= diâmetro das pontoações intervasculares; VRP= diâmetro das pontoações radiovasculares, VD= diâmetro dos elementos de vaso; V/mm²= densidade de vasos por milímetro quadrado; FWT= espessura da parede da fibra; R/mm= raios por milímetro; RH= altura do raio; RW=largura do raio.

Espécie	Fitofisionomia	<i>V. thyrsoides</i>	<i>V. rufa</i>	<i>V. elliptica</i>	<i>V. tucanorum</i>	<i>V. tucanorum</i>	<i>V. pyramidalis</i>
		Ce	Ce	Ce	Ce	MG	MG
FL (μm)	M	1296 A	1132 B	1083 C	857 D	1090 BC	1094 BC
	SD	174	168	135	113	130	178
VL (μm)	M	483 A	381 C	428 B	409 B	433 B	446 AB
	SD	91	79	98	77	81	86
IVP (μm)	M	6,9 A	6,8 A	6,4 B	6,4 B	6,5 B	6,5 B
	SD	1,1	1,2	1,0	0,8	0,8	1,0
VRP (μm)	M	7,1 A	7,3 A	5,6 B	5,4 B	6,5 A	6,7 A
	SD	1,3	1,1	0,7	0,9	1,3	0,7
VD (μm)	M	189 A	158 B	165 B	141 C	151 BC	223 D
	SD	34,0	33,4	44,4	33,3	39,3	40,9
V/mm ²	M	3,8 A	5,1 B	5,8 B	6,2 C	5,5 B	3,2 A
	SD	1,7	2,1	2,6	2,7	2,0	1,1
FWT (μm)	M	9,6 A	7,9 B	10 A	5,7 C	7,5 BD	7,1 D
	SD	1,7	1,2	1,4	1,0	1,5	1,6
R/mm	M	3,3 A	4,5 B	4 C	4,3 BC	3,7 C	3,1 A
	SD	0,7	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7
RH (μm)	M	587 A	539 A	666 B	532 A	522 A	766 B
	SD	261	181	272	274	265	303
RW (μm)	M	93 A	87 A	105 B	68 C	73 C	114 D
	SD	32	28	43	18	22	34

Na análise de *Pearson* foi observada uma correlação entre o diâmetro do tronco e altura das árvores com o diâmetro médio dos elementos de vaso (Tabela 4). As espécies *V thyrsoides* e *V pyramidalis* apresentaram troncos com maior diâmetro e também os maiores valores para diâmetro médio dos elementos de vaso.

Tabela 4. Análise de *Pearson* ($P = <0,05$) com os resultados para as correlações das variáveis morfométricas com a medida diâmetro do tronco a altura do peito (DAP) e com a medida de altura das árvores. FL= comprimento da fibra; VL= comprimento do elemento de vaso; IVP= pontoações intervasculares; VRP= pontoações radiovasculares; VD= diâmetro dos elementos de vaso; FWT= espessura da parede da fibra; R/mm= raios por milímetro; V/mm²= vasos por milímetro quadrado; RH= altura do raio; RW=largura do raio. T= valor da estatística do teste de correlação; df= graus de liberdade da análise, P= valor da probabilidade de ocorrência de erro, ρ = valor do coeficiente de correlação de *Pearson*.

Variável	Diâmetro do tronco				Altura das árvores			
	T	df	P	ρ	T	df	P	ρ
FL	-0.22	16	0.8	-0.06	0.05	16	0.96	0.01
VL	-0.35	16	0.7	0.087	0.16	16	0.87	0.04
IVP	-0.66	16	0.51	-0.16	-0.55	16	0.58	-0.13
VPR	-0.6	16	0.54	0.15	0.5	16	0.63	0.12
VD	3.1	16	0.007	0.6	3.5	16	0.003	0.66
FWT	-1.4	16	0.18	-0.33	-1.15	16	0.26	-0.27
R/mm	-0.7	16	0.5	-0.17	-0.95	16	0.35	-0.23
V/mm²	1.85	16	0.08	0.4	2.2	16	0.04	0.5
RH	1.6	16	0.13	0.37	1.5	16	0.156	0.35
RW	0.46	16	0.65	0.11	0.4	16	0.7	0.1

A PCA (Figura 4) indicou que as características anatômicas de comprimento das fibras (FL) e altura do raio (RH) são as que tiveram maior variabilidade para o conjunto de dados. O eixo 1 explicou 77% das variáveis e o eixo 2 explicou 17% (Tabela 5). Os dados qualitativos não entraram na análise devido ao baixo grau de variação entre as espécies.

Tabela 5. Peso de cada uma das variáveis para os componentes de variabilidade. FL= comprimento da fibra; VL= comprimento do elemento de vaso; IVP= pontoações intervasculares; VRP= pontoações radiovasculares; VD= diâmetro dos elementos de vaso; FWT= espessura da parede da fibra; R/mm= raios por milímetro; V/mm²= vasos por milímetro quadrado; RH= altura do raio; RW=largura do raio.

Variável	PC1	PC2
FL	-0.98885	0.085882
VL	-0.07044	-0.19252
IVP	-0.00173	0.001054
VPR	-0.00217	0.002638
VD	-0.09859	-0.21207
FWT	-0.01584	0.008139
V/mm²	0.001274	0.000823
R/mm	0.002779	0.000869

Variável	PC1	PC2
RH	0.004868	-0.01289
RW	-0.0455	-0.94836

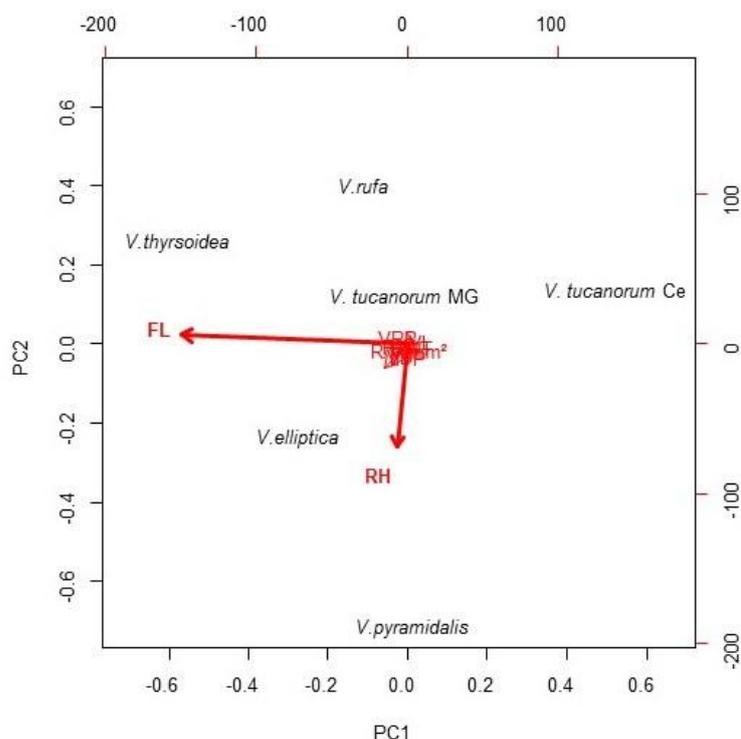


Figura 4 – Análise dos componentes principais (PCA). FL= comprimento da fibra; VL= comprimento do elemento de vaso; IVP= pontoações intervasculares; VRP= pontoações radiovasculares, FWT= espessura da parede da fibra; R/mm= raios por milímetro; V/mm²= vasos por milímetro quadrado; RH= altura do raio; RW=largura do raio.

4. Discussão

No geral, a descrição anatômica qualitativa da madeira das espécies *V. thyrsoides*, *V. rufa*, *V. tucanorum* e *V. pyramidalis*, está de acordo com as encontradas na literatura, havendo poucas variações para espécies desse gênero (Matos-Filho & Rizzini, 1960; Paula *et al.*, 2000; Sonsin *et al.*, 2014). Para *V. elliptica* foram encontrados trabalhos descritivos somente em relação as camadas de crescimento (Coradin, 2000), sendo que a descrição que estava de acordo com a desse estudo.

As diferentes espécies de *Vochysia* são relativamente semelhantes em relação as variáveis qualitativas anatômicas do lenho. As características que apresentaram variações mais marcantes são: os marcadores das camadas de crescimento; a presença de fibras gelatinosas,

que não são consideradas de valor diagnóstico, na maioria dos casos, pois não estão relacionadas ao ambiente de coleta; e o tipo de parênquima axial, que apesar de semelhante, apresentou algumas variações na disposição das células, mas principalmente na quantidade.

As espécies apresentaram camadas de crescimento pouco definidas demarcadas por faixas de parênquima axial em *V. thyrsoidea*, *V. elliptica* e *V. tucanorum* de ambos ambientes e por zonas fibrosas no caso de *V. rufa* e *V. pyramidalis*. A formação destas pode estar relacionada com as condições ambientais, uma vez que fatores como temperatura e precipitação podem influenciar na formação destes (Caum, 2013), em regiões tropicais com solos bem drenados ou com sazonalidade marcada por períodos de secas e de chuvas, o crescimento das árvores passa por um período de dormência na atividade cambial, levando à formação de anéis anuais de crescimento (Carlquist, 2001).

Apesar das espécies desse estudo serem sempre verdes, todas apresentaram camadas de crescimento, mesmo que mal definidas. Semelhante ao observado por Marcati *et al.*, (2006), estudando 48 espécies de cerrado, sendo 3 delas do gênero *Vochysia* e por Coradin 2002 estudando 10 espécies de cerrado, incluindo uma do gênero *Vochysia*.

As espécies deste estudo estão sob o mesmo regime de chuvas (pluviosidade média anual de 1668 mm), conseqüentemente o mesmo período de seca (maio a setembro, precipitação abaixo de 60mm) (*Climate-Data* 2018), ainda assim, não apresentaram camadas de crescimento bem definidas. Segundo Zimmermann & Brown (1971), existem espécies que têm potencialidade de formar ou não camadas de crescimento dependendo das condições ambientais. Outros autores como Marcati *et al.*, (2006) e Sonsin *et al.*, (2012), trabalhando com o lenho dos ramos de diferentes espécies, entre as quais incluíam *V. tucanorum*, relatam que normalmente espécies que apresentam demarcação da camada de crescimento por faixas ou linhas marginais, sempre irão apresentá-las, independente do ambiente, o que pode levar a entender que essa é uma característica que está associada a genética, enquanto que outras demarcações, tal como aumento na espessura da parede de fibras do lenho tardio, costumam variar de acordo com o ambiente.

O parênquima axial das *Vochysias* costuma variar em relação a quantidade e disposição das células, nesse caso, uma mesma espécie pode apresentar essa variação de acordo com o ambiente onde a espécie está inserida, o que pode dificultar na observação das camadas de crescimento, como já observado no trabalho de Marcati *et al.*, (2006), estudando espécies do cerrado paulista.

A madeira da espécie *V. tucanorum* coletada em mata de galeria apresentou fibras gelatinosas. Burger & Richter (1991) descreveram a ocorrência de fibras gelatinosas nos ramos e caules inclinados de árvores que ocorriam encostas de montanha ou que estavam sujeitas a grandes esforços de apoio, essa hipótese foi presentemente reforçada pelo exame visual dos indivíduos coletados, já que os mesmos apresentavam tronco inclinado. No entanto, não é possível concluir que toda a região do tronco que se encontrava inclinada apresentava esse tipo de fibras, já que devido a impossibilidade de corte da árvore a análise se deu apenas com uma pequena amostra do tronco.

A espécie coletada em mata de galeria, *V. pyramidalis*, apresentou vasos de maior diâmetro quando comparada com as demais espécies coletadas em cerrado *s.s.*, no entanto *V. tucanorum* da mesma fitofisionomia teve uma das menores. A análise de *Pearson* mostrou haver correlação entre o diâmetro e altura do tronco com o diâmetro dos elementos de vaso, sendo essa uma explicação plausível para ambas espécies ocorrentes em mata apresentarem valores tão distintos em relação a essa característica, visto que, o diâmetro do tronco de *V. pyramidalis* é até seis vezes maior e a árvore 4 vezes mais alta.

Com relação a espécie *V. tucanorum* coletada em dois ambientes, vasos de maior diâmetro foram observados para indivíduos de mata de galeria, porém não houve diferença estatística. Vale ressaltar que ambas possuem diâmetro similares. Sonsin *et al.*, (2012), comparando a mesma espécie ocorrendo em cerrado *s.s.* e mata de galeria, relata a ocorrência de vasos de menor diâmetro em indivíduos ocorrentes em cerrado *s.s.* em comparação com os de mata de galeria. Ainda, em diferentes estudos de anatomia ecológica encontraram os mesmos resultados para ambientes com menor disponibilidade hídrica (ver Longui *et al.*, 2009; Melo Jr *et al.*, 2011; Dória, 2014; Melo Jr *et al.*, 2016). Há muito já se discute na literatura que vasos com menor diâmetro são considerados menos eficientes na condução hídrica, porém são mais seguros para indivíduos de ambientes secos, uma vez que permitem desenvolver maior pressão negativa o que previne o aparecimento de embolias por cavitação (Zimmermann 1983; Baas *et al.*, 1983; Wilkins & Papassotiriou 1989; Lindorf, 1994).

Maior porcentagem de vasos solitários foi encontrada em *V. pyramidalis* coletada em mata de galeria, o restante das espécies apresenta uma relação mais equilibrada. De acordo com Carlquist & Hoekman (1985) e Fahn *et al.*, (1986) existe uma tendência a um maior agrupamento de vasos em ambientes com menor disponibilidade hídrica. Carlquist (2001) afirma que vasos agrupados conferem maior segurança no transporte, sendo que em caso de

embolia o agrupamento de vasos possibilita a continuidade na condução da seiva ao longo da planta.

Na espécie *V. tucanorum*, coletada em dois ambientes, observamos que os indivíduos de mata apresentaram maior diâmetro das pontoações radiovasculares, com diferença estatisticamente significativa. Os estudos de Sun *et al.*, (2008) e Micco, *et al.*, 2016, ressaltam a conexão dessas pontoações em relação ao sistema de condução das plantas. A função dessas pontoações é a de transportar o açúcar resultante da atividade da fosfatase, que converte o amido estocado nas células parenquimáticas em açúcar, para dentro dos elementos de vasos, que irá aumentar a condução de água dentro desses vasos (Braun, 1984). Assim, os indivíduos de mata podem estar investindo em transportar com mais velocidade esses açúcares para dentro dos elementos de vasos.

Ao compararmos *V. tucanorum*, observamos que a densidade de vasos é maior para a espécie de cerrado e, apesar de ser estatisticamente significativa, essa variação foi pequena (6,2 para a espécie de cerrado e 5,5 para a de mata de galeria), ressaltando que ambas tinham diâmetro e altura parecidos. Carlquist (2001) cita a alta frequência de vasos como característica xeromórfica, Sonsin *et al.*, (2012) também encontrou esse resultado quando comparou indivíduos desses ambientes.

A espécie *V. pyramidalis*, ocorrente em ambiente com maior disponibilidade de água, apresentou raios mais largos em relação as demais espécies, esses resultados não estão de acordo com o padrão encontrado em outros estudos feitos com espécies brasileiras, possivelmente sendo relacionada a característica genética. Luchi *et al.*, (2005), Lima *et al.*, (2009) e Bosio *et al.*, (2010), observaram raios mais largos em indivíduos coletados em solo mais seco. Luchi *et al.*, (2005) ainda menciona que há indícios de que espécies com raios mais largos estejam sujeitas a um ambiente hidricamente desfavorável. No entanto, de acordo com Alves & Angyalossy-Alfonso (2002), no estudo de 491 espécies da flora brasileira em diferentes ambientes e com Lima *et al.*, (2009), que estudou *Enterolobium contortisiliquum*, afirmam que as características do raio nem sempre podem ser relacionadas ao ambiente onde a planta se desenvolve.

Outra característica anatômica pouco relacionada ao meio onde a planta se desenvolve, são os padrões relacionados as fibras, pois muitas vezes ocorre variação não só relacionada ao ambiente, mas também com a presença de madeira juvenil.

De modo geral, o maior comprimento de fibra foi observado em *V. thyrsoides*, no

entanto, as espécies de cerrado *s.s.* não apresentam um padrão nem entre si e, nem quando comparadas com as de mata de galeria. Segundo Alves & Angyalossy-Alfonso (2002), as variações que ocorrem nas fibras não conferem uma vantagem ecológica evidente, uma vez que a sua função fundamental segundo Lima *et al.*, (2009), é a sustentação e não o transporte de água, por isso é difícil estabelecer tendências ecológicas para essas células. Ainda, essa falta de padrão pode ser devido à presença de madeira juvenil, pois há muita variação nas dimensões das fibras nas direções radial e axial.

Entretanto, há estudos que mencionam a ocorrência de fibras mais curtas em ambiente com menor disponibilidade de água (Noshiro & Baas, 2000; Denardi & Marchiori, 2005; Longui *et al.*, 2009), como ocorreu ao compararmos *V. tucanorum* de cerrado *s.s.* com os indivíduos coletados em mata de galeria.

Com relação a espessura da parede das fibras, as espécies *V. thyrsoidea* e *V. elliptica* apresentaram fibras com paredes mais espessas. Diversos autores também observaram o mesmo padrão em ambientes mais xéricos (Fahn *et al.*, 1986; Alves e Angyalossy-Alfonso, 2002; Luchi, 2004; Luchi *et al.*, 2005; Voigt *et al.*, 2009). No entanto, *V. tucanorum* coletada em cerrado *s.s.* apresentou fibras com paredes mais finas (5,7 μm) em comparação com as demais espécies, sendo significativamente distinta, inclusive, dos indivíduos da mesma espécie coletados em mata de galeria (7,5 μm).

Na análise dos componentes principais (PCA), foi possível observar que não houve um agrupamento das espécies em relação as características quantitativas de acordo com a fitofisionomia, indicando que esses indivíduos não apresentam variações anatômicas de acordo com a disponibilidade hídrica. É provável que essas espécies possuam outros ajustes que proporcionem a adaptação nesses ambientes. Não foram encontradas informações com relação ao sistema radicular de todas as espécies desse estudo, então tomou-se como base *Vochysia elliptica* Mart., que possui um sistema radicular de 3 a 4 m (Moreira *et al.*, 2003), estudos indicam que sistemas radiculares profundos garantem a exploração da água armazenada nas camadas mais profundas do solo (Hoffmann & Franco, 2003), outra característica morfológica importante é em relação as folhas, as espécies apresentam folhas coriáceas, sendo essa considerada como uma estratégia para a redução de perda de água por transpiração (Lima *et al.*, 2015).

5. Considerações finais

Nesse estudo, pode-se observar que variações em relação as características quantitativas, principalmente em relação ao diâmetro, densidade e agrupamento dos elementos de vaso, podem ser indícios de uma adaptação ecológica dessas plantas ao Bioma Cerrado. Porém, as análises estatísticas indicam que as características anatômicas não estão relacionadas ao tipo de fitofisionomia onde essas plantas se desenvolvem, podendo haver outras características morfológicas e fisiológicas que indiquem melhor uma adaptação.

Vale ressaltar que as características anatômicas não são determinadas somente pelo ambiente, na análise de *Pearson* foi observada uma correlação entre o diâmetro e altura do tronco com o diâmetro dos elementos de vaso, sendo que espécies com diâmetros de vasos maiores foram encontradas em árvores com troncos mais largos e altos. Além disso, sabe-se que fatores genéticos pré-determinados exercem influência principal na anatomia.

6. Referências Bibliográficas

- Alves ES, Angyalossy-Alfonso V. 2002. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Axial parenchyma, rays and fibres. *IAWA Journal*, 23(4):391--418.
- Aranda I, Bergasa LF, Gil L & Pardos JA. 2001. Effects of relative irradiance on the leaf structure of *Fagus sylvatica* L. seedlings planted in the understory of a *Pinus sylvestris* L. stand after thinning. *Annals Forestry Sciences*, 58:673--680.
- Aroca R. 2012. Plant responses to drought stress: from morphological to molecular features. Springer, Berlin.
- Baas P. 1976. Some functional and adaptive aspects of vessel member morphology. *Leiden Botany Series*, 3:157--181.
- Baas P, Werker E & Fahn A. 1983. Some ecological trends in vessel characters. *IAWA Bulletin*, 4: 141--159.
- Baas P & Carlquist S. 1985. A comparison of the ecological wood anatomy of the floras of southern California and Israel. *IAWA Bulletin*, 6:349--354.
- Baas P & Schweingruber FH. 1987. Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. *IAWA Bull.*, 8:245--274.
- Barajas-Morales J. 1985. Wood structural difference between trees of the tropical forests in Mexico. *IAWA Bulletin*, 6:355--364.
- Bosio F, Soffiatti P & Boeger MRT. 2010. Ecological wood anatomy of *Miconia sellowiana* (Melastomataceae) in three vegetation types of Paraná state, Brazil. *IAWA Journal*, 31: 179-190.
- Braun HJ. 1984. The significance of the accessory tissue of the hydrosystem for osmotic water shifting as the second principle of water ascent, with some thoughts concerning the evolution of trees. *IAWA Bull.* 5: 275--294.
- Burger LM & Richter HG. 1991. Anatomia da madeira. Nobel, São Paulo.
- Carlquist S. 1966. Wood anatomy of Compositae: a summary, with comments on factors controlling wood evolution. *Aliso*, 6:25--44.

- Carlquist S. 1970. Wood anatomy of Hawaiian, Macaronesian, and other species de *Euphorbia*. In: Robson, NKB, Cutler, DF & Gregory, M. New research in wood anatomy. London Academic Press: 181--193.
- Carlquist S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *American Journal of Botany*, 64:887--896.
- Carlquist S. 1980. Further concepts in ecological wood anatomy, with comments on recent work in wood anatomy and evolution. *Aliso*, 9:499--553.
- Carlquist S. 2001. Comparative wood anatomy – systematic ecological and evolutionary aspects of dicotilidonean wood. Springer Verlag, Berlin.
- Carlquist S & Hoekman DA. 1985. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. *IAWA Bulletin*, 6:319--347.
- Caum C. 2013. Anatomia comparada da madeira de *Cordia trichotoma* (Vell.) arráb. ex steud. (Boraginaceae) proveniente de sementes de duas procedências e análise dos anéis de crescimento. 2013. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/99777>>.
- Ceccantini G. 1996. Anatomia ecológica do lenho de espécies de cerrado e mata: *Casearia sylvestris* Sw. e *Machaerium villosum* Vog. Dissertação (mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Chimelo JP Mattos-Filho, A. 1988. Observações preliminares na estrutura da madeira de cinco espécies de folhosas de diferentes locais do Brasil. International Union of Forest Research Organizations, São Paulo.
- Climate-data*. 2018. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/852/>>. Acesso em: janeiro de 2018.
- Coradin VTR. 2000. Formação de anéis de crescimento e sazonalidade da atividade cambial de dez espécies lenhosas do Cerrado. Tese (doutorado), Universidade de Brasília, Brasília.
- Denardi L & Marchiori JNC. 2005. Anatomia ecológica da madeira de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. *Ciência Florestal* 15:119--127.
- Dias BFS. 1992. Relatório Nacional do Brasil para UNCED 92, Brasília.
- Dickison WC. 2000 Integrative Plant Anatomy. Academic Press, Sab Diego.
- Dória LC. 2014. Anatomia comparada do lenho de *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae) e *Tocoyena formosa* (Rubiaceae) que ocorrem no cerrado e na caatinga. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Botucatu. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/110398>>.
- Eiten G. 1994. Vegetação do cerrado. In: Pinto MN. (org.). Cerrado - caracterização, ocupação e perspectivas. Editora da Universidade de Brasília: 17--73.
- Fahn A., Werker E & Baas P. 1986. Wood anatomy and identification of trees and shrubs from the Israel and adjacent regions. The Israel Academy of Sciences of Humanities, Jerusalem.
- Felfili JM. 1995. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. *Vegetatio*, 117:1--15.
- Felfili JM, Franco AC, Fagg CW & Sousa-Silva JC. 2001. Desenvolvimento inicial de espécies de Mata de Galeria. In: Ribeiro JF, Fonseca CEL & Sousa-Silva JC. Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria. Embrapa Cerrados: 779--811.
- Ferri MG. 1977. Ecologia dos cerrados. In: Ferri MG. In: Simpósio Sobre O Cerrado, 4. Ed. da Universidade de São Paulo: 15--33.
- Franco AC. 2002 Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira OS & Marquis RJ. (Eds.). The cerrados of Brazil. Columbia University Press: 178--197.
- Franklin GL. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites,

- and a new macerating method for wood. *Nature*, 155:51.
- Haridasan M. 2000. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12: 54--64.
- Hoffmann WA, Franco AC. 2003. Comparative growth analysis of tropical Forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. *Journal of Ecology*, Durham, 91: 475--484.
- Hoffmann WA, Orthen B & Nascimento PKV. 2003. Comparative fire ecology of tropical savanna and forest trees. *Functional Ecology*, 17:720--726.
- IAWA Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. Wheeler EA, Bass P & Gasson PE. (Eds.). *IAWA Bulletin* 10: 219--332.
- Kraus JE & Arduin M. 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Rio de Janeiro: Seropédica, EDUR, Rio de Janeiro.
- Lima WP & Zakia MJB. 2001. Hidrologia de matas ciliares. In: Rodrigues RR, Leitão-Filho, HF. *Matas ciliares: conservação e recuperação* (Eds.). Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP:33--44.
- Lima RS, Oliveira P & Rodrigues LR. 2009. Anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes. *Revista Brasileira de Botânica* 32:361--374.
- Lima RP, Fernandes MM, Fernandes MRM, Matricardi EAT. 2015. Litter contribution and decomposition in the Caatinga in Southern Piauí State, Brazil. *Floresta Ambiente*, 22:42--49.
- Lindorf H. 1994. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. *IAWA Journal*, Leuven, 15:361--376.
- Longui EL, Bufolo A, Aguiar OT, Lima IL & Florsheim SMB. 2009. Comparative wood anatomy of *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr. in two vegetation types. *Hoehnea*, 36: 715--724.
- Luchi AE. 2004. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. *Revista Brasileira de Botânica* 27:271--280.
- Luchi AE, Silva LCP & Moraes MA. 2005. Anatomia comparada do lenho de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. em áreas de cerrado e de plantações de *Pinus elliottii* Engelm. *Revista Brasileira de Botânica* 28:809--820.
- Mattos Filho A & Rizzini CT. 1960. Contribuição ao estudo de *Vochysia thyrsoidea* Pohl. *Rodriguésia*, 35: 83--90.
- Marcati C, Angyalossy-Alfonso V & Benedeti L. 2001. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* de floresta e cerradão. *Revista Brasileira de Botânica*, 24:311--320.
- Marcati CR, Oliveira JS, Machado SR. 2006. Growth rings in cerrado woody species: occurrence and anatomical markers. *Biota Neotropica* 6:1--31. Disponível em: <http://www.Biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn00206032006>>. Acesso em: janeiro de 2018.
- Melo Jr JCF, Ceccantini G & Bona C. 2011. Anatomia ecológica do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae) distribuída em diferentes condições edáficas do cerrado sul-brasileiro. *IHERINGIA, Sér. Bot.*, Porto Alegre, 66:189--200.
- Melo Jr JCF, Bona C & Ceccantini G. 2012. Anatomia foliar de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae): interpretações ecológicas em diferentes condições edáficas de Cerrado. *Biotemas*, 25:29--36.
- Melo Jr JCF, Silva MM & Soffiatti P. 2016. Anatomia ecológica da madeira de *Rudgea Viburnoides* (cham.) Benth. em campo cerrado e rupestre. *BALDUINIA*, 54:22--31.

- Moreira MZ, Scholz FG, Bucci SJ, Sternberg LS, Goldstein G, Meinzer FC & Franco AC. 2003. Hydraulic lift in a neotropical savanna. *Functional Ecology*, Oxford, 17:573--581.
- Noshiro S & Baas P. 2000. Latitudinal trends in wood anatomy within species and genera: case study in *Cornus s.l.* (Cornaceae). *American Journal of Botany*, 87:1495--1506.
- Paula JE, Silva-Junior FG & Silva APP. 2000. Caracterização anatômica de madeiras nativas de matas ciliares do centro-oeste brasileiro. *Scientia Florestalis*, 58:73--89.
- Ribeiro JF & Walter BMT. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. *Cerrado: ambiente e flora*: 89--169.
- Rizzini CT. 1962. A flora do Cerrado: análise florística das savanas centrais. IN: simpósio sobre o Cerrado.. São Paulo: EDUSP:125--177.
- Sass JE. 1958. *Elements of botanical microtechnique*. New York-London: McGraw-Hill Book.
- Sonsin JO, Gasson EP, Barros CF & Marcati CR. 2012. A comparison of the wood anatomy of 11 species from two Cerrado habitats (cerrado *s.s.* and adjacent gallery forest). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 170:257--276.
- Sonsin JO, Gasson PE, Machado SR, Caum C & Marcati CR. 2014. *Atlas da Diversidade de Madeiras do Cerrado Paulista*. 1st ed. FEPAF 01, Botucatu.
- SpeciesLink*. Disponível em <<http://www.splink.org.br/index?lang=pt>>. Acesso em: 14 de junho de 2016.
- Stafleu FAA. 1948. Monography of the Vochysiaceae. I. *Salvertia* and *Vochysia*. *Meded. Bot. Mus. Utr.*, 95:397--540.
- Sun Q, Rost TL & Matthews MA. 2008. Wound-induced vascular occlusions in *Vitis vinifera* (Vitaceae): Tyloses in summer and gels in winter. *Amer. J. Bot.* 95: 1498--1505.
- Vochysiaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15281>>. Acesso em: 14 de junho de 2016.
- Micco VD, Balzano A, Wheeler EA & Baas P. 2016. Tyloses and gums: a review of structure, function and occurrence of vessel occlusions. *IAWA Journal*, 37:186--205.
- Voigt ARA, Soffiatti P, Tomazello-Filho M, Lisi CS & Boeger MRT. 2010. Anatomia comparada do lenho de *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) em fisionomias de cerradão e cerrado *sensu stricto*. *Rodriguésia* 61: 603--613.
- Wilkins AP & Papassotiropoulos S. 1989. Wood anatomical variation of *Acacia melanoxylon* in relation to latitude. *IAWA Bulletin* 10:201--207.
- Wheeler E.A, Baas P & Rodgers S. 2007. Variations in dicot wood anatomy: a global analysis based on the Inside Wood database. *IAWA Journal* 28:229--258.
- Zimmermann MH. 1983. *Xylem structure and ascent Sap.* 1ed. Edn. Springer, Berlin Heidelberg New York.
- Zimmermann MH & Brown CL. *Trees: Structure and Function*, Springer Verlag, New York.

CAPÍTULO II

VARIAÇÃO AXIAL (TRONCO E RAMO) DE ESPÉCIES GÊNERO *VOCHYSIA* (VOCHYSIACEAE) OCORRENTES NO CERRADO S.L.

Larissa Leite Barboza, Alexandre Bahia Gontijo, Julia Sonsin-Oliveira

Varição axial (tronco e ramo) de espécies gênero *Vochysia* (Vochysiaceae) ocorrentes no cerrado *s.l.*

Larissa Leite Barboza, Alexandre Bahia Gontijo, Julia Sonsin-Oliveira

Resumo

O gênero *Vochysia* é amplamente distribuído no Cerrado brasileiro, das 26 espécies citadas para este bioma, nove ocorrem no Distrito Federal, sendo a maioria de hábito arbóreo. A anatomia comparada da madeira são os estudos focados em variações que ocorrem nas estruturas que constituem o lenho, visando entender, principalmente, o transporte de água das raízes até a copa. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi observar as variações anatômicas qualitativas e quantitativas que ocorrem no lenho ao longo do eixo axial da planta. Foram coletadas amostras de madeira do tronco com trado motorizado e de ramos com o auxílio de podão de 3 indivíduos de *Vochysia thyrsoidea*, *V. rufa*, *V. elliptica*, em regiões de cerrado *s.s.*, *V. pyramidalis* e *V. tucanorum* em mata de galeria no Distrito Federal. Para as análises foram seguidas as metodologias usuais de anatomia da madeira. As análises estatísticas foram calculadas a partir de teste ANOVA e teste *Tukey*, utilizando o programa estatístico R. As variáveis qualitativas só foram diferentes em relação as fibras gelatinosas, presentes nos ramos de todas as espécies, enquanto que no caule, apenas em *V. tucanorum* (árvore inclinada). Há grande diferença das características anatômicas quantitativas no lenho no sentido axial da planta, em que os valores dos ramos são em sua maioria menores que os do caule principal das árvores, exceto pela densidade de vasos e raios e, porcentagem de vasos solitários. Com relação à condução da seiva, conclui-se que há uma compensação nesse transporte em direção aos ramos, devido a maior pressão exercida dentro dos vasos e a maior densidade dos mesmos. A madeira do ramo aparenta ter menor resistência mecânica e maior flexibilidade, devido a presença de fibras de paredes mais finas, raios menores e mais finos e, grande quantidade de células do parênquima axial.

Abstract: Axial variation (trunk-branch) of *Vochysia* species (Vochysiaceae) occurring in cerrado *s.l.*

The *Vochysia* genus is widely distributed in the Brazilian Cerrado. Among 26 species cited for this Biome, nine occurred in the Federal District, most of them of arboreal habit. The comparative anatomy of wood are the studies focused on these variations, aiming to understand mainly the transport of water from the roots to the crown. Furthermore, this study aims to observe the qualitative and quantitative anatomical variations that occur in the wood along the axial axis of the plant. Wood samples of the trunk and branches of three individuals of *Vochysia thyrsoidea*, *V. rufa*, *V. elliptica*, were collected in cerrado *s.s.*, *V. pyramidalis* and *V. tucanorum*, gallery forest of Federal District. The statistical analyzes used were: ANOVA'S, Tukey's test using the statistical program R. The qualitative wood anatomical features were only different regarding gelatinous fibers found in branches of all species, whereas in the stem only *V. tucanorum* had this characteristic. There is a great difference in the quantitative features of wood in the axial direction of the plant, in which the values of branches are mostly smaller in relation to the main stem of the trees, except for vessel and ray density and, solitary vessels percentage. Concerning the sap conduction, it is concluded that there is a compensation in this transport towards the branches, due to a high pressure exerted inside the vessels and its greater density. The wood of the branch appears to have less mechanical resistance and greater flexibility, due to thin-walled fibers, smaller and thinner rays and, also a large numbers of axial parenchyma cells.

1. Introdução

O gênero *Vochysia* ocorre em sua maioria em formações florestais, sendo essas espécies amplamente distribuídas no Cerrado brasileiro (Stafleu, 1948; Vianna, 1980; Vochysiaceae in Flora do Brasil, 2016), sendo que das 26 espécies citadas para este bioma, nove ocorrem no Distrito Federal (*Vochysia elliptica*; *V. haenkeana*; *V. pyramidalis*; *V. rufa*; *V. thyrsoides*; *V. tucanorum*; *V. oppugnata*; *V. pruinosa* e *V. pumila*) (Vochysiaceae in Flora do Brasil, 2016), a maioria de hábito arbóreo.

Em uma árvore, a madeira é considerada como parte fundamental, pois atua no suporte mecânico, condução da seiva e armazenamento de substâncias (Sperry *et al.*, 2006). Tem que mudar de qualquer jeito. A condução da seiva dentro da planta, está diretamente relacionada a sua arquitetura, levando ao entendimento de como a água é transportada das raízes até a copa (sentido axial) pelas células, sendo esse um dos fatores mais importantes na determinação do tamanho da planta, capacidade de armazenar água nos tecidos, vulnerabilidade do caule para períodos de seca, distribuição geográfica, bem como das diferenças quantitativas apresentadas no lenho em diferentes partes do tronco (Stokke & Manwiller, 1994; Zobel & Sprague, 1998; Dickison, 2000). Sendo assim, a eficiência e segurança da condução da seiva está diretamente associada a características anatômicas, tais como agrupamento, frequência, diâmetro e comprimento dos elementos de vaso (Sperry *et al.*, 2006; Choat *et al.*, 2008).

Estudos apontam uma relação direta entre a condutividade, o diâmetro e a densidade dos vasos (Carlquist, 1970; Baas *et al.*, 1983; Carlquist & Hoekman, 1985; Baas & Carlquist, 1985; Barajas-Morales, 1985; Baas & Schweingruber, 1987; Lindorf, 1994; Marcati *et al.*, 2001; Longui *et al.*, 2009; Junior *et al.*, 2011). Sendo o diâmetro do vaso um parâmetro crucial para identificar as estratégias adaptativas da planta para sobreviver a condições ambientais específicas (Sperry *et al.*, 2006), variando em relação habitat das espécies arbóreas em diferentes alturas de uma árvore (Anfodillo *et al.*, 2013).

Estudos buscando informações sobre a variação axial começaram com as estruturas do lenho da raiz e tronco (Lebedenko, 1962; Machado *et al.*, 1997, 2007; Goulart & Marcati, 2008; Marcati *et al.*, 2014), posteriormente outros estudos visaram avaliar as variações raiz-ramo (Longui *et al.*, 2012; Goulart *et al.*, 2015; Longui *et al.*, 2016; 2017).

Estes trabalhos são importantes para entendermos como essas funções são desempenhadas, investigando as variações que ocorrem nas estruturas celulares responsáveis

tanto pela performance hidráulica, quanto aos tipos celulares associados a resistência mecânica e sustentação, que vão desde a raiz até as folhas de uma árvore (Gartner & Meinzer, 2005).

Estudos de anatomia comparada ainda não haviam sido realizados com espécies do gênero *Vochysia*, assim, o objetivo desse trabalho é investigar as variações qualitativas e quantitativas que ocorrem nas células no sentido axial (tronco-ramo) e a associação dessas com a condutividade da madeira de árvores desse gênero ocorrentes no Cerrado do Distrito Federal.

2. Metodologia

Foram coletadas de três amostras do lenho do cerne de caule principal (tronco), utilizando trado motorizado (coleta não destrutiva), devido a proibição do abate das árvores. As amostras do tronco das espécies *V. thyrsoidea* e *V. pyramidalis* foram retiradas na altura do DAP, as amostras das demais espécies, *V. tucanorum*, *V. rufa* e *V. elliptica*, foram retiradas à 30 cm da altura do solo, proporcional à altura e diâmetro do tronco das árvores. As baguetas retiradas do tronco tinham diâmetro médio de 1,5 cm e 8 cm de comprimento, somente na espécie *V. elliptica* o material coletado atingiu a medula.

Para a coleta dos ramos utilizou-se o podão. Todos os ramos tinham em média o mesmo diâmetro (3,0 cm), exceto por *V. pyramidalis*, devido à altura da árvore e a dificuldade em alcançar os ramos. Neste caso, foram coletados ramos com diâmetros menores (2,0 cm). Foram escolhidas árvores com DAP semelhantes quando possível (Tabela 1).

As análises anatômicas da madeira foram possíveis a partir da montagem de lâminas histológicas permanentes que seguiram a metodologia de cortes com aproximadamente 12 a 15 μm de espessura das seções transversais, radiais e tangenciais do tronco e ramo das espécies, posteriormente submetidas a dupla coloração utilizando os corantes safranina aquosa 1% e azul de alcian aquoso 1% (1:9) (Kraus & Arduim, 1997), passando pela série gradual de desidratação em álcool (30, 50, 70, 90 e 100%) e fixação do corante em Acetato de Butila e por fim montadas com resina sintética (Entellan®).

Tabela 1 – Espécies foco do estudo e dados dos indivíduos coletados. Ce = cerrado *s.s.*; MG = mata de galeria; DAP = diâmetro altura do peito.

Espécie	N	Fitofisionomia de coleta	Altura (m)	DAP (cm)
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	1	Ce	10	37,4
	2		11	31,2
	3		12	31,2
<i>V. rufa</i> Mart.	1	Ce	4,5	24,5
	2		4,5	14,6
	3		4	16,8
<i>V. elliptica</i> Mart.	1	Ce	4,8	11,7
	2		4	10,5
	3		6	11,7
<i>V. tucanorum</i> Mart.	1	MG	4,5	16,2
	2		5	15,2
	3		4,5	14,9
<i>V. pyramidalis</i> Mart.	1	MG	22	115,5
	2		17	71,9
	3		17	77,7

Também foram montadas lâminas semipermanentes a partir da dissociação das células, que seguiu o método de Franklin (1945, modificado por Kraus & Arduim, 1997), coradas com safranina 1% aquosa (Sass, 1958) e montadas em glicerina.

Para as análises microscópicas qualitativas e quantitativas seguiu-se as instruções do IAWA Committee (1989). Foram realizadas 30 medições para cada uma das características anatômicas quantitativas. Para as análises estatísticas, calculou-se a média, desvio-padrão e realizou-se os testes estatísticos ANOVA e *Tukey* para identificar quais variações entre as diferentes partes do tronco são estatisticamente distintas.

3. Resultados

Com relação as variáveis qualitativas anatômicas, os ramos apresentaram fibras gelatinosas, enquanto que no tronco, apenas *V. tucanorum* apresentou essa característica. Quando realizada a comparação quantitativa da variação axial das espécies, observa-se no geral, maiores valores para o tronco, exceto a frequência de vasos e raios que foi maior nos ramos, bem com a porcentagem de vasos solitários (Tabela 2).

O lenho dos ramos possui maior concentração de parênquima axial, e apesar de não haver mensuração da área do parênquima é possível observar pelas fotos que há uma grande variação na quantidade do mesmo.

No geral, a madeira do tronco apresentou menor quantidade de vasos solitários que os múltiplos quando comparada com a dos ramos, exceto por *V. pyramidalis* (Tabela 2).

Tabela 2 – Média dos valores de porcentagem de vasos solitários e múltiplos de dois, três, quatro e cinco. *V. thy*= *Vochysia thyrsoidea*; *V. ruf*= *Vochysia rufa*; *V. ell*= *V. elliptica*; *V. tuc*= *Vochysia tucanorum* *V. pyr*= *Vochysia pyramidalis*.

	%	Solitários	Mult. 2	Mult. 3	Mult. 4	Mult. 5
<i>V. thy</i>	Tronco	57	35	4	3	1
	Ramo	74	22	3	1	0
<i>V. ruf</i>	Tronco	48	42	7	3	0
	Ramo	71	26	2	0	0
<i>V. ell</i>	Tronco	59	34	5	2	1
	Ramo	71	26	3	0	0
<i>V. tuc</i>	Tronco	55	40	4	1	0
	Ramo	69	29	3	0	0
<i>V. pyr</i>	Tronco	83	16	1	0	0
	Ramo	76	21	3	0	0

As análises estatísticas de anatomia comparada de tronco e ramo das espécies *Vochysia thyrsoidea*, *V. rufa*, *V. elliptica*, *V. tucanorum*, *V. pyramidalis* constam na tabela 3.

Fotos dos cortes dos planos transversal e tangencial de tronco e ramo de *V. thyrsoidea*, serão apresentados na figura 1, *V. rufa* na figura 2, *V. elliptica* na figura 3, *V. tucanorum* na figura 4 e *V. pyramidalis* na figura 5.

As diferentes espécies do gênero *Vochysia*, apresentaram valores de comprimento e espessura da parede das fibras; comprimento e, diâmetro dos elementos de vaso e das pontoações intervasculares e radiovasculares, altura e largura dos raios menores no lenho dos ramos em comparação com o tronco. Somente os valores de densidade de vasos e raios foram maiores nos ramos.

Tabela 3 –Média dos valores quantitativos e Teste *Tukey* ($P= <0,05$) obtidos a partir da anatomia comparada do eixo axial (tronco e ramo) de espécies do gênero *Vochysia*. *V. thy*= *Vochysia thyrsoidea*; *V. ruf*= *Vochysia rufa*; *V. ell*= *V. elliptica*; *V. tuc* = *Vochysia tucanorum* *V. pyr*= *Vochysia pyramidalis*. M = Média; SD = Desvio padrão; FL= comprimento da fibra; VL= comprimento dos elementos de vaso; IVP= diâmetro das pontoações intervasculares; VPR= diâmetro das pontoações radiovasculares; VD= diâmetro dos elementos de vasos; FWT= espessura da parede da fibra; R/mm= raios por milímetro; V/mm²= vasos por milímetro quadrado; RH= altura do raio; RW=largura do raio. T= tronco; R=ramo.

		<i>V. thy</i>		<i>V. ruf</i>		<i>V. ell</i>		<i>V. tuc</i>		<i>V. pyr</i>	
FL (μ m)	M SD	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R
		1296 A	712 B	1132 A	775 B	1083 A	910 B	1090 A	773 B	1094 A	782 B
VL (μ m)	M SD	489 A	313 B	381 A	328 B	428 A	383 B	433 A	387,8 B	446 A	344 B
		90,9	51	78	69	97	83,6	80,7	69,6	85,8	74,4
IVP (μ m)	M SD	6,9 A	5,2 B	6,8 A	5,1 B	6,4 A	6,0 A	6,5 A	5,5 B	6,5 A	5,3 B
		1	0,5	1,2	0,6	1	0,87	0,7	0,6	0,9	0,7
VPR (μ m)	M SD	7 A	4,9 B	7,3 A	5,0 B	5,6 A	5,3 A	6,5 A	4,9 B	6,7 A	5 B
		1,2	0,8	1,1	1	0,6	0,82	1,31	0,87	0,7	0,5
VD (μ m)	M SD	189 A	88 B	158 A	104 B	165 A	106 B	151 A	101 B	223 A	82 B
		34	21	33	29	44	33	39,2	25,5	40,8	19,5
FW T (μ m)	M SD	9,6 A	6,1 B	8,2 A	7,9 A	10 A	8,9 B	7,5 A	5,1 B	7,1 A	5 B
		1,6	1	1,1	1,1	1,3	1,1	1,4	0,9	1,5	0,9
R/m m (μ m)	M SD	3,3 A	4,1 B	4,5 A	4,8 A	4 A	4,5 A	3,7 A	4,5 B	3,1 A	5,2 B
		0,7	0,9	0,8	1	0,8	1	0,7	1,1	0,7	1,1
V/m m ²	M SD	3,8 A	27,6 B	5,1 A	20 B	5,8 A	15,3 B	5,5 A	12,2 B	3,22 A	25,9 B
		1,7	6,7	2,1	5,2	2,6	5,8	2	4	1,1	8,5
RH	M SD	587 A	359 B	539 A	421 B	666 A	398 B	522 A	470 A	766 A	378 B
		261,4	110,1	180	145	272	122	264,8	198,4	302,5	151
RW (μ m)	M SD	93 A	52 B	87 A	59 B	105 A	68 B	73 A	56 B	114 A	44 B
		32,4	11,4	27	14	42	24,3	21,7	12,9	34,3	7,5

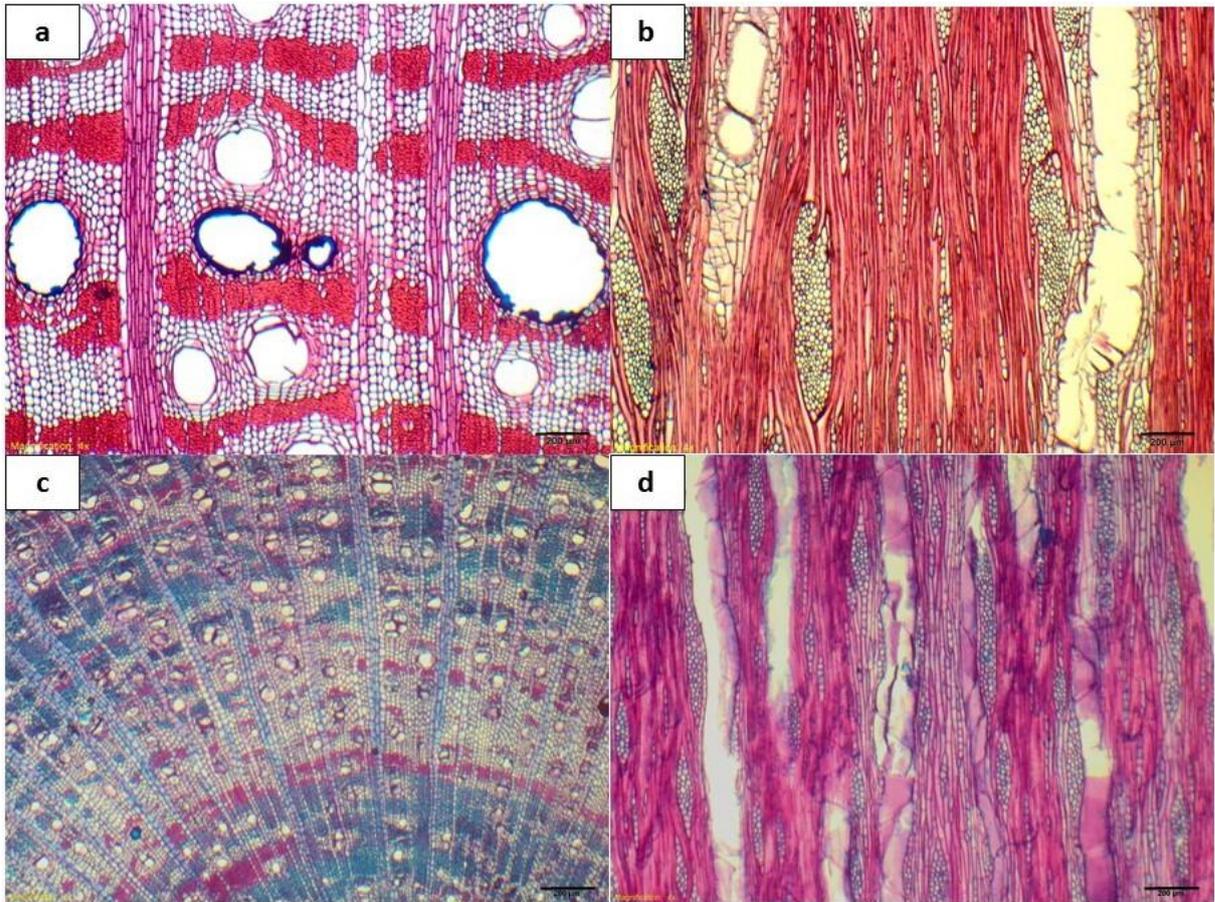


Figura 1. *Vochysia thyrsoidea*. a. Seção transversal do tronco; b. Seção tangencial do tronco; c. Seção transversal do ramo; d. Seção tangencial do ramo. Barras 200 µm

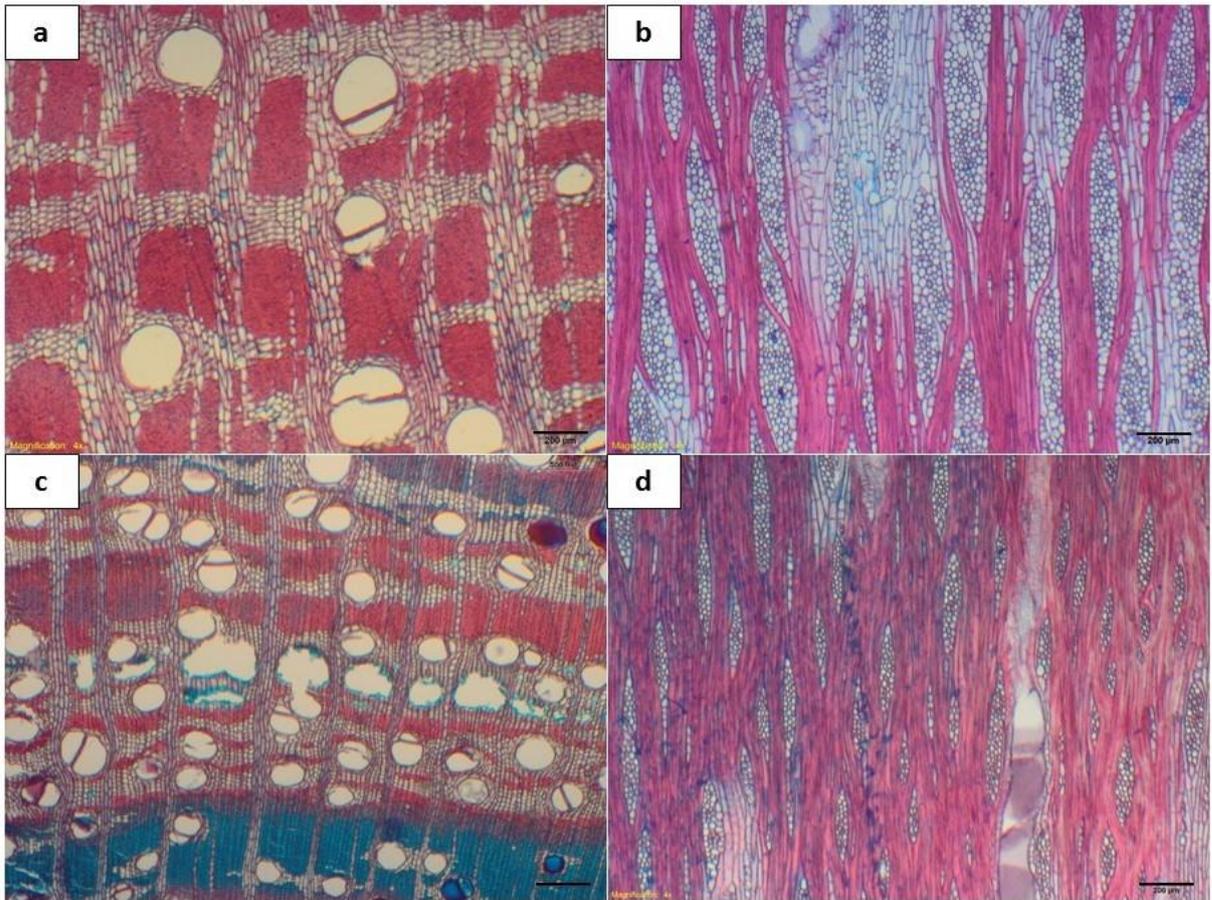


Figura 2- *Vochysia rufa*. a. Seção transversal do tronco; b. Seção tangencial do tronco; c. Seção transversal do ramo; d. Seção tangencial do ramo. Barras 200 μm

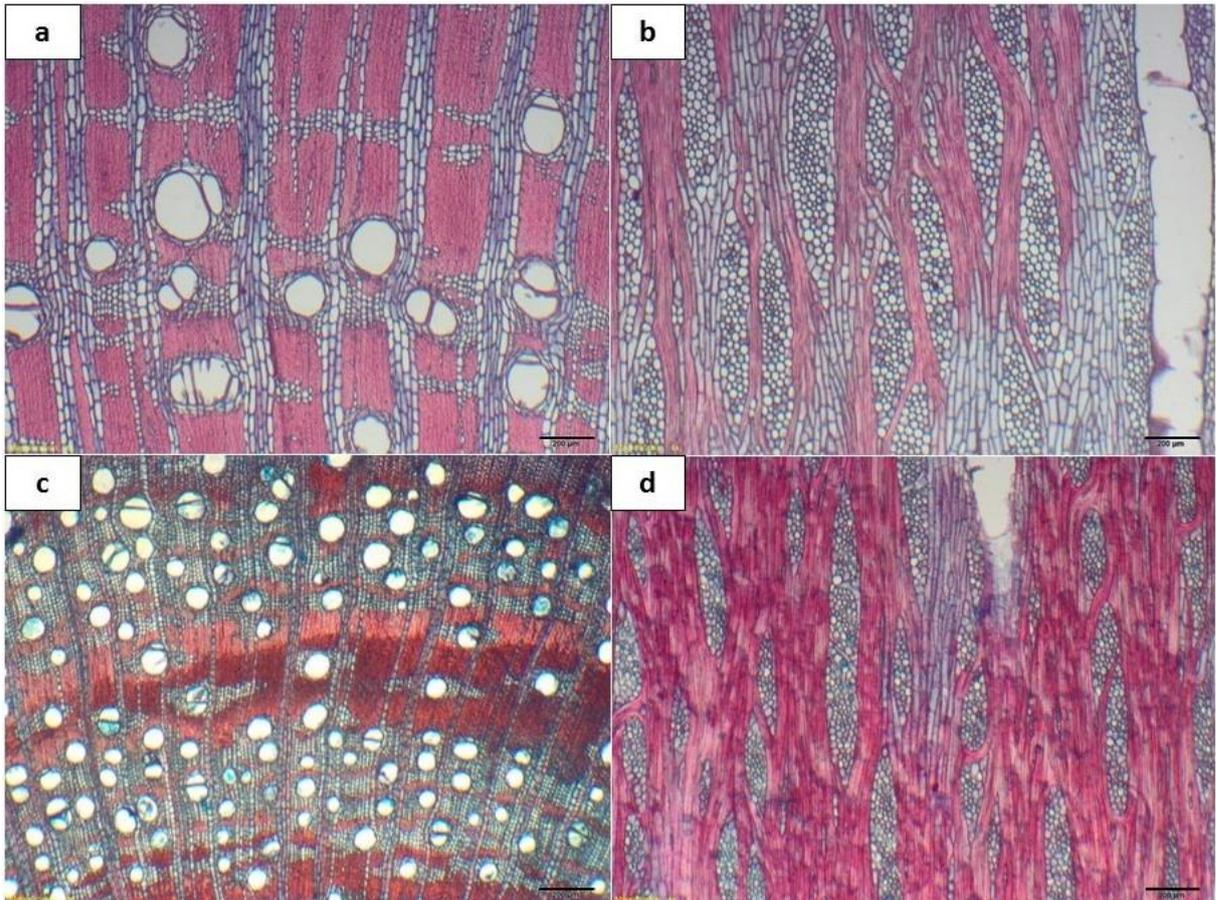


Figura 3. *Vochysia elliptica*. a. Seção transversal do tronco; b. Seção tangencial do tronco; c. Seção transversal do ramo; d.- Seção tangencial do ramo. Barras 200 µm

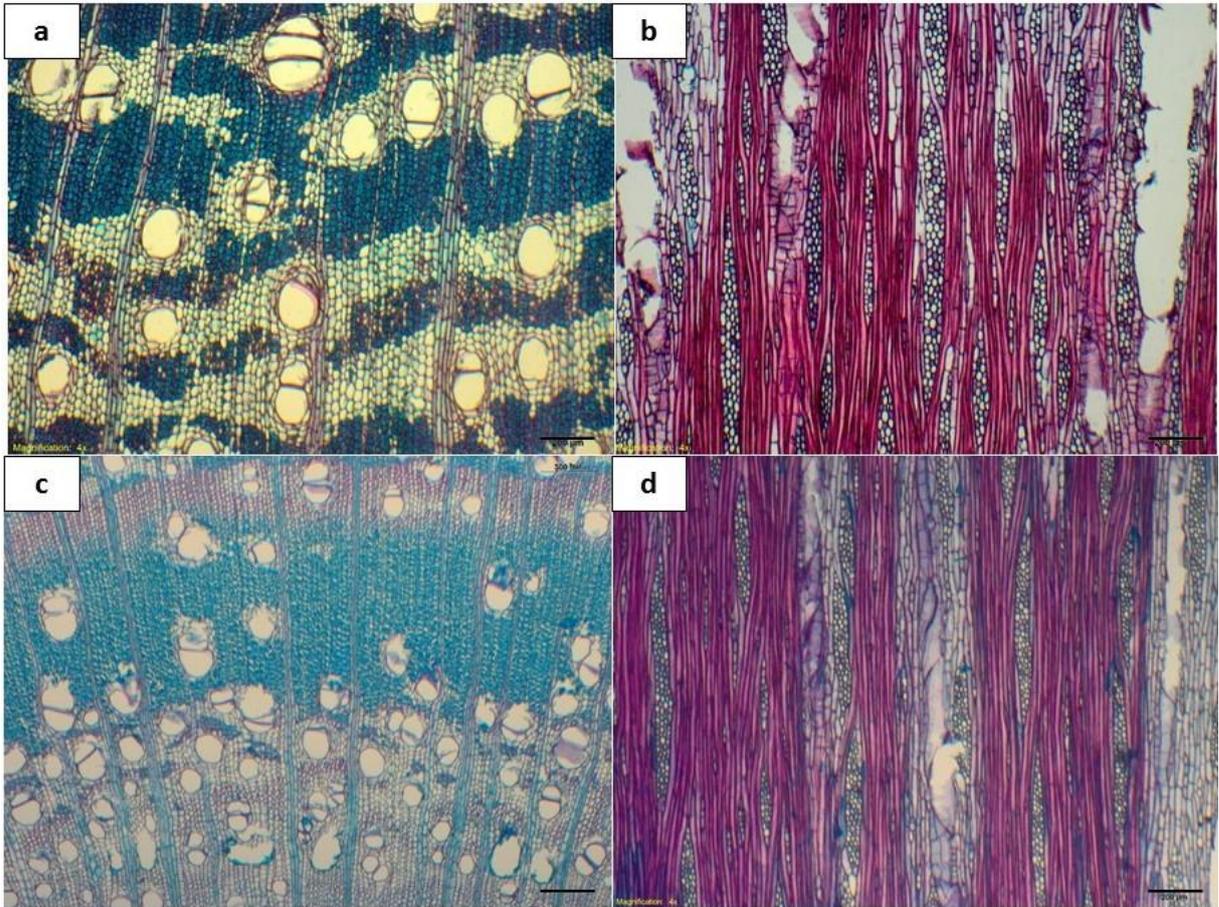


Figura 4- *Vochysia tucanorum*. a. Seção transversal do tronco; b. Seção tangencial do tronco; c. Seção transversal do ramo; d. Seção tangencial do ramo. Barras 200 µm

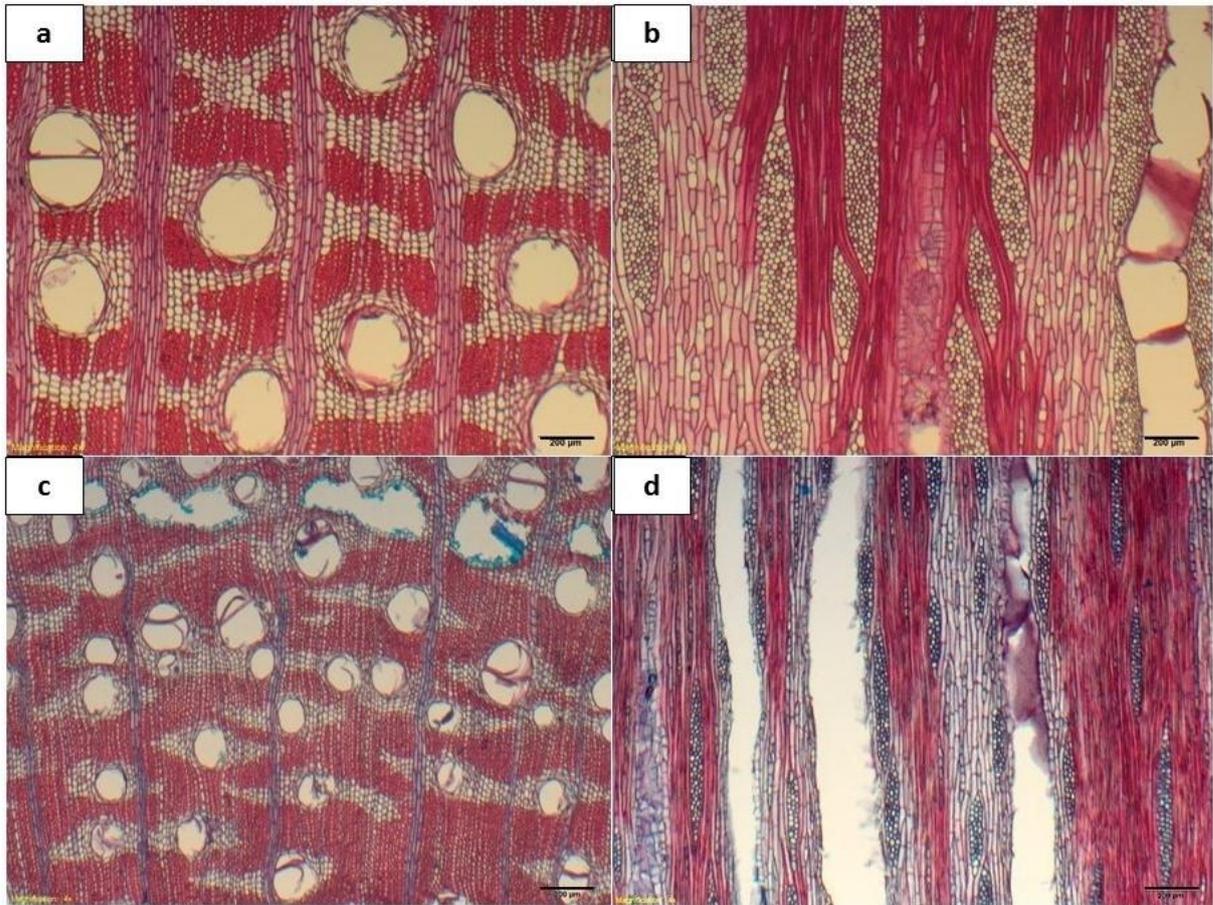


Figura 5- *Vochysia pyramidalis*. a. Seção transversal do tronco; b. Seção tangencial do tronco; c. Seção transversal do ramo; d. Seção tangencial do ramo. Barras 200 µm

4. Discussão

Com relação as variações qualitativas, os ramos das espécies apresentaram fibras gelatinosas, a presença dessas fibras só foi observada no tronco da espécie *V. tucanorum* ocorrente em mata de galeria. Essas fibras estão associadas à madeira de reação (Panshin & Zeeuw, 1964; Burger & Richter, 1991), tendo relação direta com as propriedades mecânicas da madeira (Pilate *et al.*, 2004). De acordo com Bamber (2001) e Donaldson (2008), a presença de fibras gelatinosas indica um aumento na resistência do xilema secundário em resposta a fatores como a gravidade ou condições ambientais, que no caso dessas espécies podem ser o vento, em que os indivíduos foram coletados em áreas mais abertas, ou até mesmo animais do Cerrado, como aves ou pequenos primatas, que exerçam peso sobre os ramos.

Nesse estudo observou-se vasos mais largos no lenho do tronco em comparação com o do ramo para todas as espécies, com um aumento de cerca de 77%; sendo esses considerados mais eficientes na condução da seiva, porém menos seguros por apresentarem maior vulnerabilidade à embolia (ver Hacke *et al.*, 2005; Fan *et al.*, 2012). Essa diminuição no diâmetro dos elementos de vaso em direção aos ramos já foi observada por outros autores na literatura (Tyree & Zimmermann, 2002; Longui *et al.*, 2012; Anfodillo *et al.*, 2013). De acordo com a hidrostática, sabe-se que a pressão é inversamente proporcional a área, ou seja, quanto menor a área, maior a pressão exercida sob determinado fluido (Halliday *et al.*, 2012), logo, pode-se deduzir que o menor diâmetro dos vasos na altura dos ramos implique no aumento da pressão da condução seiva, para que essa chegue até as folhas sem que a altura da árvore prejudique o transporte.

Uma grande diferença na densidade dos vasos foi observada entre o tronco e os ramos de todas as espécies, houve um aumento de 74% no sentido axial tronco-ramo. O estudo de Stokke & Manwiller (1994), com *Quercus velutina*, já relatavam resultados semelhantes em relação ao aumento gradual e significativo na frequência do vaso na direção dos ramos. Longui *et al.*, (2012), estudando a espécie *Eriotheca gracilipes* coletada em cerrado, observou o mesmo padrão e concluiu que a maior densidade de vasos nos ramos compensaria na condução da água devido a diminuição do diâmetro dos mesmos ao longo do eixo axial da planta, visto que esses são menos eficientes.

Portanto, o fato do diâmetro dos vasos serem menores nos ramos não indica uma potencial redução na condução da água, visto que, como citado anteriormente isso indica que há um aumento na pressão exercida sobre a seiva, o que manteria a velocidade da condução em direção as folhas, além de haver um equilíbrio devido a maior quantidade de vasos por milímetro quadrado.

O lenho dos ramos das espécies estudadas apresentou menor quantidade de vasos múltiplos. De acordo com Tyree & Zimmermann (2002), vasos múltiplos são mais seguros que os solitários, já que fornecem caminhos alternativos para o transporte de água. Esse fato nos levar a inferir que maior densidade de vasos nos ramos também possa ser uma estratégia de compensação em relação a grande quantidade de vasos solitários.

As fibras, células de suporte especializadas que possuem participação efetiva na estrutura da árvore (Metcalfé & Chalk, 1989), neste estudo apresentaram paredes mais espessas na madeira do tronco dos indivíduos em comparação com a do ramo, exceto por *V. rufa* que foi

estatisticamente igual. Estudos propõem que fibras com paredes mais espessas suportam maiores esforços (Longui *et al.*, 2012), o que indicaria que a madeira do tronco por apresentar esse padrão, seja mais resistente que a de ramo. Porém, essa “fragilidade” do ramo, de acordo com Mattheck & Kubler (1995), seria uma estratégia de flexibilidade que ocorre nas partes periféricas da árvore.

A presença de fibras gelatinosas nos ramos também indica maior flexibilidade no lenho dessa região (Denardi, 2007). O fato do lenho dos ramos ser mais flexível indica um fator positivo para a planta, que pode ser entendido da seguinte forma: a capacidade de dobrar os ramos e direcionar as folhas na direção do vento reduz a exposição dos mesmos a esse esforço mecânico.

Além de apresentar fibras com paredes menos espessas, diminuição de 25%, os ramos também apresentam fibras de menor comprimento, com uma diminuição de 38% quando comparadas com o tronco. Longui *et al.*, (2017), encontrou resultados semelhantes e menciona que essas características podem ser um indicativo de lenho juvenil; este corresponde a madeira formada a partir dos primeiros anos da vida do vegetal originando-se de células meristemáticas do câmbio (Evert, 2006), em que geralmente as fibras possuem essas mesmas características (Trevisan *et al.*, 2017)

De uma forma geral, houve uma diminuição na altura e largura do raio de 46% e 56 %, respectivamente, em direção ao ramo, em que a espécie *V. tucanorum* não apresentou diferença estatística. Ainda, ocorreu um aumento de 16% na densidade dos raios na mesma direção, em que as espécies *V. rufa* e *V. elliptica* não apresentaram diferença estatística. Resultado semelhante aos observados por Longui *et al.*, (2012); (2017). De acordo com Mattheck & Kubler (1995), os raios desempenham uma função biomecânica importante no suporte. Sendo assim, os fatos das médias serem menores em relação à altura e largura do raio nos ramos podem implicar numa madeira menos resistente, mas o aumento na frequência também pode ser considerado como uma forma de compensação.

5. Considerações Finais

Em relação a variação axial, observa-se que há grande diferença em relação as variáveis quantitativas do lenho no sentido axial da planta, em que os valores de ramo são em sua maioria menores em relação ao tronco da planta, com uma diminuição média de 39%. Com relação aos vasos, conclui-se que há uma compensação na condução da seiva em direção aos ramos, devido

ao aumento na pressão exercida dentro dos vasos, bem como maior densidade dos mesmos. A madeira do ramo aparenta ter menor resistência mecânica, pela presença de fibras com paredes menos espessas, raios menores e finos e maior quantidade de células parenquimáticas. Esse fator pode estar associado aos ramos estarem mais expostos ao vento e para isso precisam ter maior flexibilidade.

6. Referências bibliográficas

- ANFODILLO, T., PETIT, G. & CRIVELLARO, A. 2013. Axial conduit widening in woody species: a still neglected anatomical pattern. *IAWA Journal* v. 34, n. 4, p. 352-364.
- BAAS, P., WERKER, E. & FAHN, A. 1983. Some ecological trends in vessel characters. *IAWA Bulletin*, v. 4, p. 141-159.
- BAAS, P. & CARLQUIST, S. 1985. A comparison of the ecological wood anatomy of the floras of southern California and Israel. *IAWA Bulletin*, v. 6, n. 4, p. 349-354.
- BAAS, P. & SCHWEINGRUBER, F.H. 1987. Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. *IAWA Bull.*, v. 8, n. 3, p. 245-274.
- BAMBER, R.K. 2001. A general theory for the origin of growth stresses in reaction wood: how trees stay upright. *IAWA Journal*, Leiden, v. 22, n. 3, p. 205-212.
- BARAJAS-MORALES, J. 1985. Wood structural difference between trees of the tropical forests in Mexico. *IAWA Bulletin*, v. 6, n. 4, p. 355-364.
- BURGER, L.M. & RICHTER, H. G. 1991. Anatomia da madeira. São Paulo, Nobel, 154p.
- CARLQUIST, S. 1970. Wood anatomy of Hawaiian, Macaronesian, and other species de *Euphorbia*. In: ROBSON, N. K. B., CUTLER, D. F. & GREGORY, M. New research in wood anatomy. London Academic Press, p. 181-193.
- CARLQUIST, S. & D.A. HOEKMAN. 1985. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. *IAWA Bulletin*, v. 6, n. 4, p. 319-347.
- CHOAT, B., COBB, A.R. & JANSEN, S. 2008. Structure and function of bordered pits: new discoveries and impacts on whole-plant hydraulic function. *New Phytologist* v. 177, p. 608-626.
- DICKISON, W.C. 2000. Integrative Plant Anatomy. Academic Press, p. 533.
- DENARDI, L. 2007. Anatomia e flexibilidade do caule de quatro espécies lenhosas para o manejo biotécnico de cursos de água. 2007. 113 f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- DONALDSON L. 2008. Microfibril Angle: Measurement. Variation and Relationships – A Review, *IAWA Journal*, Leiden, v. 29, n. 4, p. 345-386.
- EVERT, R. F. 2006. Esau's plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development. 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 601p.
- FAN, Z.X., ZHANG, S.B., HAO, G. Y., SLIK, F. & CAO, K.F. 2012. Hydraulic conductivity traits predict growth rates and adult stature of 40 Asian tropical tree species better than wood density. *Journal of Ecology*, v. 100, n. 3, p.732-741.
- FRANKLIN, G.L. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature*, v. 155, p.51.
- GARTNER, B.L. & MEINZER, F. 2005. Structure function relationships in sapwood water transport and storage. In: HOLBROOK, N.M. & ZWIENNIECKI, M.A. (Eds.) Vascular transport in plants. Amsterdam: Elsevier Inc., p.307-332.

- GOULART, S.L. & MARCATI, C. R. 2008. Anatomia comparada do lenho em raiz e caule de *Lippia salviifolia* Cham. (Verbenaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, v. 31, n. 2, p. 263-275.
- HALLIDAY, D, RESNICK, R. & WALKER, J. 2012. Fundamentos de Física: Gravitação Ondas e Termodinâmica. Tradução de Ronaldo Sérgio de Biasi. 9. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, v. 2, p. 60.
- HACKE, U.G., SPERRY, J.S. & PITTERMANN, J. 2005. Efficiency versus safety tradeoffs for water conduction in angiosperm vessels versus gymnosperm tracheids. In: HOLBROOK, N.M.; ZWIENNIECKI, M.A. (Eds.) *Vascular transport in plants*. Amsterdam: Elsevier Inc., p.333-354.
- IAWA Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. WHEELER, E.A.; BAAS, P & GASSON, P.E. (Eds.). *IAWA Bulletin*, v.10, n. 3, p. 219 – 332.
- JÚNIOR, J. C. F. M., CECCANTINI, G. & BONA, C. 2011. Anatomia ecológica do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae) distribuída em diferentes condições edáficas do cerrado sul-brasileiro. *IHERINGIA, Sér. Bot.*, Porto Alegre, v. 66, n. 2, p.189-200.
- KRAUS, J. E. & ARDUIN, M. 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Rio de Janeiro: Seropédica, EDUR, p.198.
- LEBEDENKO, L. A. 1962. 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.
- LINDORF, H. 1994. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. *IAWA Journal, Leuven*, v. 15, p. 361-376.
- LONGUI, E.L., BUFOLO, A., AGUIAR, O.T., LIMA, I.L. & FLORSHEIM, S.M.B. 2009. Comparative wood anatomy of *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F.Macbr. in two vegetation types. *Hoehnea, São Paulo*, v. 36, n. 4, p, 715-724.
- LONGUI, E.L.; SILVA, R.A.B.G.; ROMEIRO, D.; LIMA, I.L.; FLORSHEIM, S. M. B.; MELO, A. C. G. 2012. Root-branch anatomical investigation of *Eriotheca gracilipes* young trees: a biomechanical and ecological approach. *Scientia Forestalis*, v. 40, n. 93, p. 23-33.
- LONGUI, E. L., SONSIN, J.O., SANTOS, M., ARZOLLA, F.A.R.D.P., VILELA, F.E.S.P., LIMA, I.L., FLORSHEIM, S.M.B. & DESCIO, F. 2016. Differences between root and stem wood in seedlings and sprouts of *Sessea brasiliensis* (Solanaceae), *Rodriguésia*, v.67. n.3, p. 615-626.
- LONGUI, E.L., RAJPUT, K.S., MELO, A.C.G., ALVES, L.A. & NASCIMENTO, C.B. 2017. Root to branch wood anatomical variation and its influence on hydraulic conductivity in five Brazilian Cerrado species. *BOSQUE*, v. 38, n.1, p. 183-193.
- MACHADO, S.R., MARCATI, C.R., MORRETES B.L. & ANGYALOSSY, V. 1997. Comparative wood anatomy of root and stem in *Styrax camporum* (Styracaceae). *IAWA Journal*, v. 18, n. 1, p. 13-25.
- MACHADO, S.R., RODELLA, R.A., MARCATI, C.R., & ANGYALOSSY-ALFONSO, V. 2007. Structural variations in root and stem wood of *Styrax* (Styracaceae) from Brazilian Forest and Cerrado. *IAWA Journal*, v. 28, n. 2, p. 173–188.
- MATTHECK, C. & KUBLER, H. 1995. *Wood – The internal optimization of trees*. Berlin: Springer-Verlag, 129p.
- MARCATI, C., ANGYALOSSY-ALFONSO, V. & BENEDETI, L. 2001. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* de floresta e cerrado. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 24, n. 3, p. 311-320.

- MARCATI, C.R., LONGO, L.R., WIEDENHOEFT, A. & BARROS, C.F. 2014. Comparative wood anatomy of root and stem of *Citharexylum myrianthum* (Verbenaceae). *Rodriguésia*, v. 65, n. 3, p.567-576.
- METCALFE, C. R. & CHALK, L. 1989. Anatomy of dicotyledons: wood structure and conclusion of the general introduction. 2nd ed. Oxford: Clarendon, 297 p.
- NUGHORO, W.D., MARSOEM, S.N., YASUE, K., FUJIWARA, T., NAKAJIMA, T. & HAYAKAWA, M. 2012. Radial variations in the anatomical characteristics and density of the wood of *Acacia mangium* of five different provenances in Indonesia. *Journal of Wood Science*, v.58, n.3, p.185-194.
- PANSHIN, A.J. & DE ZEEUW. C. 1964. Textbook of Wood Technology: structure, identification, properties and uses of the commercial woods of the United States and Canada. 3.ed. Nova York: McGraw-Hill, 643p.
- PILATE, G., CHABBERT, B., CATHALA, B., YOSHINAGA, A., LEPLÉ, J.C., LAURANS, F., LAPIERRE, C. & RUEL, K. 2004. Lignification and tension wood. *Comptes Rendus Biologies*, Paris, v. 327, p.889 – 901.
- SASS, J. E. 1958. Elements of botanical microtechnique. New York-London: McGraw-Hill Book, p. 222.
- SPERRY, J.S., HACKE, U.G. & PITTERMANN, J. 2006. Size and function in conifer tracheids and angiosperm vessels. *American Journal of Botany* v. 93, p. 1490-1500.
- STAFLEU, F.A.A. 1948. Monography of the Vochysiaceae. I. *Salvertia* and *Vochysia*. *Mededelingen van het Botanisch Museum Herbarium*, v. 95, p.397-540.
- STOKKE, D.D. & MANWILLER, F.G. 1894. Proportions of wood elements in stem, branch, and root wood of Black Oak (*Quercus velutina*). *IAWA Journal*, v. 15, n. 3, p. 301-310.
- TREVISAN, R., ROSA, M., HASELEIN, C.R., SANTINI, E.J. & GATTO, D.A. 2017. Dimensões das fibras e sua relação com a idade de transição entre lenho juvenil e adulto de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 4, p. 1385-1393.
- TYREE, M.T. & ZIMMERMANN, M.H. 2002. Xylem structure and the ascent of sap. Springer Verlag, Berlin. 283p.
- VIANNA, L. S. 2015. Caracterização da diversidade genética de duas populações naturais de *Vochysia bifalcata* Warm no parque nacional do caparaó/ES. *Nucleus*, v. 12, n.1, p. 173-179.
- Vochysiaceae* in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15281>>. Acesso em: 14 de junho de 2016.
- ZOBEL, B. J. & SPRAGUE, J. R. 1998. Juvenile wood in forest trees. Berlin: Springer-Verlag Heidelberg, 300p.