



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ANATOMIA COMPARADA DO CAULE DE *ROUPALA MONTANA* AUBL.
(PROTEACEAE) EM CERRADO S.S. X MATA DE GALERIA**

MARIANA DE SIQUEIRA BITTENCOURT

Brasilia – Distrito Federal

2021

Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia Florestal

**ANATOMIA ECOLÓGICA DO CAULE DE *ROUPALA MONTANA* AUBL.
(PROTEACEAE) EM CERRADO S.S. X MATA DE GALERIA**

Aluna: Mariana de Siqueira Bittencourt

Matrícula 140154001

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Júlia Sonsin Oliveira – Departamento de Botânica/Unb

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília,
como parte das exigências para obtenção do título de
Engenheiro Florestal.

Brasília – Distrito Federal
2021

Agradecimentos

Em primeiro lugar à Deus, pela sublime oportunidade de poder experimentar a vida em seus desafios e maravilhas, em segundo lugar aos meus pais, que sempre foram minha maior referência em relação à tudo, e principalmente minha mãe, Leana, que foi quem sempre me apoiou e incentivou em absolutamente tudo e à minha professora e orientadora deste trabalho, Júlia Sonsin, com toda sua paciência e carinho, que não mediu esforços mesmo durante uma pandemia para que eu tivesse sucesso total em meu trabalho!

Aos meus amigos de Brasília que eu conheci, por todo apoio e companhia que eu tive nessa cidade que me fez crescer tanto e que me ensinou tanto sobre a vida, em especial à Fernanda Torres e todas as meninas que foram guerreiras junto comigo durante a graduação, tornando-a mais leve e colorindo meus dias mesmo quando houve dificuldades pessoais e acadêmicas.

Aos meus amigos Chooselife e da escalada que a vida me deu, pelo carinho e cuidado que temos uns pelos outros e pelo sentimento de família que, mesmo morando sozinha em uma cidade diferente da minha de origem, me deu uma fortaleza para seguir. Dedico este trabalho a todos que estiveram junto comigo durante esses anos e que, de alguma forma, foram contribuição para que hoje eu tenha chegado onde cheguei. E também, aqueles que estiveram presentes na reta final deste trabalho, em especial, Laura Maria e Caick, e também meus colegas de trabalho e amigos que sempre mandaram energia positiva e palavras de apoio para que eu conseguisse terminar este trabalho e concluir a graduação com sucesso.

Muito obrigada!

Resumo

O Bioma Cerrado, com sua grande diversidade, apresenta diferentes formações vegetacionais. Algumas espécies são de ampla distribuição e possuem ajustes morfológicos e anatômicos nos diferentes órgãos que permitem sua sobrevivência em ambientes secos, úmidos e até alagados. Estudos de anatomia ecológica da madeira podem verificar como as estruturas anatômicas das plantas variam de acordo com as características edafoclimáticas. Nesse contexto, o presente estudo buscou avaliar a existência de diferenças quantitativas na madeira do caule principal de indivíduos da espécie *Roupala montana* coletados em duas fitofisionomias do Bioma, isto é, no cerrado *sensu stricto* (*s.s.*), caracterizado por ser típica de ambiente mais seco, e na mata de galeria, caracterizada por ocorrer em ambientes mais úmidos. O estudo foi realizado na Fazenda Água Limpa – FAL, da Universidade de Brasília. As variáveis anatômicas do caule principal, dos indivíduos amostrados nos dois ambientes (seco e úmido) foram analisadas utilizando o teste t, e também foram submetidas a análise de componentes principais (PCA). Os resultados revelaram diferenças estatisticamente significativas entre os ambientes, para a maioria das variáveis analisadas, tais como, comprimento, área e diâmetro de vasos, altura e largura de raio e todas as características das fibras. Na mata de galeria foram encontrados maiores valores para as características de vaso, acima mencionadas, o que garantiria maior eficiência do transporte hídrico nesse ambiente, apesar que todos os indivíduos da espécie apresentam característica de maior segurança hídrica, pois apresentam vasos de diâmetro pequeno, de média densidade e de comprimento médio. As fibras de paredes muito espessas (mais na mata de galeria), e os raios altos e largos da espécie, maiores na mata de galeria e no cerrado *s.s.*, respectivamente, também podem ter auxiliado na segurança hídrica contra o embolismo nos vasos. Mesmo a espécie *R. montana* apresentando ajustes na anatomia da madeira, influenciadas por características edafoclimáticas, suas características anatômicas asseguram segurança e eficiência no transporte hídrico, principalmente em períodos de seca.

Palavras-chave: Anatomia ecológica da madeira, carne-de-vaca, cerrado.

Abstract:

The cerrado biome, with its great diversity, has different vegetation formations. Some species are widely distributed and have morphological and anatomical adjustments in different organs that allow their survival in dry, humid, and even flooded environments. The ecological wood anatomy studies may verify how the anatomical structures of plants vary according to the edaphoclimatic conditions. In this context, quantitative differences were evaluated in the wood of the main stem of *Roupala montana* collected in two environments physiognomies of this Biome, in the cerrado *sensu stricto*, typically drier, and in the gallery forest, characterized for being a wetter environment. The study was carried out at the Água Limpa Farm – FAL, at the University of Brasília. The anatomical parameters of the main trunk were analyzed using t-test and principal component analysis (PCA). The results revealed statistically significant differences between environments for most of the analyzed characteristics, such as vessel length, area and diameter, ray height and width, and all fiber characteristics. In the gallery forest, higher values were found for the vessel characteristics mentioned above, which would guarantee a greater efficiency of water transport in this environment, although all individuals of the species have characteristics considered of great hydraulic safety, as they have medium density of thin vessels with medium length. And the fibers with very thick walls (thicker in gallery forest), and the tall and broad rays in these species, greater in gallery forest and in the cerrado *s.s.*, respectively, would also help in water security against vessel embolism. Even though the species *R. montana* presents these variations in wood anatomy, which are influenced by edaphoclimatic conditions, ensure safety and efficiency of water transport, especially in periods of drought.

Keywords: carne-de-vaca, cerrado, ecological wood anatomy.

SUMÁRIO

Agradecimentos	3
Resumo	4
Abstract:	5
SUMÁRIO.....	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 Bioma Cerrado.....	10
2.2 Família Proteaceae e o gênero <i>Roupala</i>	11
2.3 Espécie <i>Roupala montana</i>	11
2.4 Anatomia e estudos sobre anatomia ecológica da madeira	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
Caracterização qualitativa da madeira de <i>R. montana</i> (Fig. 4-7)	16
Caracterização quantitativa da madeira de <i>R. montana</i>	18
5. CONCLUSÃO	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição geográfica dos principais biomas do Brasil, destacando a área ocupada pelo Cerrado. Fonte: Ribeiro & Walter (1998).

Figura 2. *Roupala montana* – a. ramo fértil; b. folha; c. detalhe dos botões florais dispostos aos pares; d. flor; e. gineceu evidenciando os nectários na base do ovário; f. fruto; g. semente (a-c. J.R. Trindade et al. 231; d-e. L.C.B. Lobato et al. 2847; f-g. D.F. Silva 1071).

Figura 3. Área de coleta na FAL - UnB. (Fonte: GoogleEarth).

Figura 4. *Roupala montana*. Plano transversal, características de vaso. A. mata de galeria; B. cerrado *s.s.* Barras = 100 μ m.

Figura 5: **Figura 5:** *Roupala montana*. A. Diâmetro das pontoações intervasculares (IPV), plano tangencial; B. Diâmetro das pontoações radio-vasculares (VPR), plano radial. Barras = 100 μ m.

Figura 6. *Roupala montana*. Material dissociado. A. mata de galeria, comprimento de fibra; B. cerrado *s.s.*, espessura da parede da fibra: largura e lume da fibra. Barras = 100 μ m.

Figura 7. *Roupala montana*. Plano tangencial. Altura e largura de raio. A. mata de galeria B. cerrado *s.s.*. Barras = 100 μ m.

Figura 8. Análise do componente principal (PCA). **O** = indivíduos da mata de galeria; **X** = indivíduos do cerrado *s.s.* FL= comprimento de fibra; FWT= espessura da parede de fibra; VL= comprimento de vaso; VDi= diâmetro de vaso; VDe= densidade de vaso/mm²; IVP= diâmetro das pontoações intervasculares; RVP= diâmetro das pontoações radiovasculares; R/mm= número de raio por mm linear; RH= altura de raio; RW= largura de raio; SV/mm²= densidade de vasos solitários por mm²; VeA= diâmetro de vaso.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fitofisionomias estudadas e suas características. Fonte: Ribeiro & Walter (1998).

Tabela 2. Características dos indivíduos de *R. montana* coletados em ambiente de mata de galeria e de cerrado *sensu stricto*. H= altura total (m); CAP = circunferência tomada a 30 cm do solo.

Tabela 3. Análise estatística (Teste t ao nível de 5% de probabilidade) comparando os dados quantitativos entre os locais de coleta. VL= Comprimento de vaso; VeA= área do vaso; SV/mm²= vasos solitários por mm² VDi= diâmetro do elemento de vaso; VDe= densidade de vaso; M = média; CV = coeficiente de variação; MG = mata de galeria; CE = cerrado *s.s.* As mesmas letras não apresentam diferença estatística.

Tabela 4. Análise estatística (Teste t ao nível de 5% de probabilidade) comparando os dados quantitativos entre os locais de coleta. IVP = diâmetro da pontoações intervasculares; VPR = diâmetro da pontoações radio-vasculares; M = média; CV = coeficiente de variação; MG = mata de galeria; CE = cerrado *s.s.* As mesmas letras não apresentam diferença estatística.

Tabela 5. Análise estatística (Teste t ao nível de 5% de probabilidade) comparando os dados quantitativos entre os locais de coleta. FL= comprimento de fibra; FWT= espessura da parede da fibra; FW= Largura da fibra; FLu= lume da fibra; M = média; CV = coeficiente de variação; MG = mata de galeria; CE = cerrado *s.s.* As mesmas letras não apresentam diferença estatística.

Tabela 6. Análise estatística (Teste t ao nível de 5% de probabilidade) comparando os dados quantitativos entre os locais de coleta. R/mm= raio por mm linear; RH= altura de raio; RW= largura de raio; M = média; CV = coeficiente de variação; MG = mata de galeria; CE = cerrado *s.s.* As mesmas letras não apresentam diferença estatística.

Tabela 7. Valores das variáveis do PCA, demonstrando a distribuição das características correlacionadas e diferenciadas. Em negrito as características que mais influenciaram na distribuição dos indivíduos. PC = componente principal.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Roupala montana* Aubl. apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o México até o sul do Brasil e norte da Argentina (Prance *et al.* 2007). Esta espécie pertence à família Proteaceae, típica de regiões tropicais e sub-tropicais, com centros de diversidade na Austrália e África do Sul (Prance *et al.* 2007).

No Bioma Cerrado, *R. montana* é bastante comum em ambientes de cerrado *sensu stricto* (*s.s.*) e de mata de galeria (Felfili & Silva Júnior 1992). Seus indivíduos possuem porte pequeno, sendo que no cerrado *sensu stricto*, o diâmetro na base é, no máximo, em torno de 10 cm (Felfili & Silva Júnior 1988). É uma planta melífera, ornamental, usada em artesanatos e conhecida popularmente como carne de vaca devido ao odor de “quitute de boi”, liberado ao se quebrar os pecíolos (Silva Júnior *et al.* 2001).

O Cerrado, segundo maior bioma do Brasil em área (Ribeiro & Walter 1998), é um dos ecossistemas de maior biodiversidade no mundo, constituído por um mosaico vegetacional composto por diferentes ambientes, com formações campestres, formações savânicas e florestais (Moreno *et al.* 2008). Estudos indicam que esses diferentes ambientes interferem nas características anatômicas da madeira de espécies arbóreas, já que o desenvolvimento dos indivíduos é influenciado por fatores como disponibilidade hídrica, temperatura e características edáficas (ver Metcalfe & Chalk 1950; Baas 1973; Barajas-Morales 1985; Alves & Angyalossy-Alfonso 2000, 2002; Sonsin *et al.* 2012).

De acordo com Fisher *et al.* (2007) as características genéticas e fisiológicas das plantas, além das características edafoclimáticas se somam e originam a estrutura morfológica e anatômica da árvore.

O ambiente é um fator que interfere de maneira significativa na variabilidade anatômica do xilema secundário, que possui uma explicação adaptativa e funcional (Dickison 2000; Costa *et al.* 2021; Angélico 2021). O xilema secundário pode apresentar diferentes características, que variam de acordo com os recursos disponíveis no ambiente que os indivíduos utilizam para se desenvolver (Dickison 2000). Segundo o mesmo autor, os estudos que correlacionam as estruturas anatômicas da madeira das plantas com dados climáticos, geográficos e do solo são chamados de anatomia ecológica da madeira.

O objetivo deste estudo foi comparar as características anatômicas da madeira do caule principal de indivíduos de *R. montana* que ocorrem em uma área de cerrado *s.s.* e mata de galeria, a fim de verificar se a anatomia da madeira de *R. montana* está mais

ajustada para ter mais segurança ou eficiência na condução hídrica nos diferentes ambientes (mais seco e mais úmido).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bioma Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro (Figura 1), ocupa 21% do território nacional e é superado em área apenas pela Amazônia (Klink & Machado 2005). Este bioma é típico de clima estacional, onde há um período chuvoso, que dura de outubro a março, seguido por um período seco, de abril a setembro; e também, que a precipitação média anual é de 1.500 mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, variando de 22°C a 27°C, em média.



Figura 1. Distribuição geográfica dos principais biomas do Brasil, destacando a área ocupada pelo Cerrado. Fonte: Ribeiro & Walter (1998).

Conhecido por ser um *hotspot* de biodiversidade (Myers *et al.* 2000), o Cerrado apresenta grande variação de ambientes, que englobam formações florestais, savânicas e campestres (Ribeiro & Walter 1998), e que retrata sua elevada biodiversidade. Ribeiro & Walter (1998) descrevem e caracterizam onze tipos fitofisionômicos distribuídos entre as formações florestais (mata ciliar, mata seca e cerradão), savânicas (cerrado *s.s.*, parque de cerrado, palmeiral e vereda) e campestres (campo sujo, campo rupestre e campo limpo).

2.2 Família Proteaceae e o gênero *Roupala*

A família Proteaceae Juss. compreende 80 gêneros e cerca de 1.750 espécies (Weston & Barker 2006) de plantas arbóreas ou arbustivas que possuem flores monoclamídeas com quatro sépalas normalmente petalóides, quatro estames antissépalos normalmente epissépalos e gineceu unicarpelar (Johnson & Briggs 1975; Prance *et al.* 2007). Pirani & Nascimento (1995) descrevem que a família apresenta folhas alternas, raramente opostas ou verticiladas, simples e inteiras ou pinatífidas até compostas-pinadas ou bipinadas e venação pinada.

O gênero *Roupala* sp. ocorre nos Biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, e em todos os estados do Brasil, com ampla distribuição geográfica (Prance & Pirani 2020). É constituído por plantas de hábito arbóreo ou arbustivo; com ramos jovens tomentosos; folhas alternas, margem lisa a variadamente serrada, frequentemente com heterofilia (folhas simples aparecendo geralmente apenas nas plantas adultas) (Prance *et al.* 2007; Pirani 2006). Um total de 33 espécies pertencem ao gênero *Roupala*, e deste total, 18 espécies já foram registradas no Brasil (Prance & Pirani 2020)

2.3 Espécie *Roupala montana*

Roupala montana (Figura 2) é amplamente distribuída no Cerrado, sendo abundante na região central do Brasil (Felfili & Silva Júnior 1993; Felfili *et al.* 1994). Almeida *et al.* (1998) afirmam que a espécie ocorre em quase todas as fitofisionomias de cerrado, desde cerrado *sensu stricto* à vegetação ripária, mas principalmente no cerrado *sensu stricto* denso e ralo (Ratter 1986, Felfili & Silva Júnior 1992, Felfili & Abreu 1999), podendo ocorrer também em áreas de campo limpo e matas de galeria, porém em baixa densidade (Felfili & Silva Júnior 1992).

Suas folhas variam de formato, apresentando ápice acuminado a agudo, base cuneada a atenuada ou raro obtusa, geralmente decurrente no pecíolo, margem pouco a muito dentada a ondulada ou inteira, coriácea, concolores a ferrugíneas na face abaxial, glabrescentes em ambas as faces, nervuras proeminentes nas duas faces, sendo que em indivíduos adultos as folhas são simples, alternas, espiraladas, elípticas e esparso-pilosa nas duas faces (Pirani 2006). As folhas jovens são simples com margens pino-lobadas e se assemelham a folhas compostas pinadas (Silva Junior *et al.* 2001).

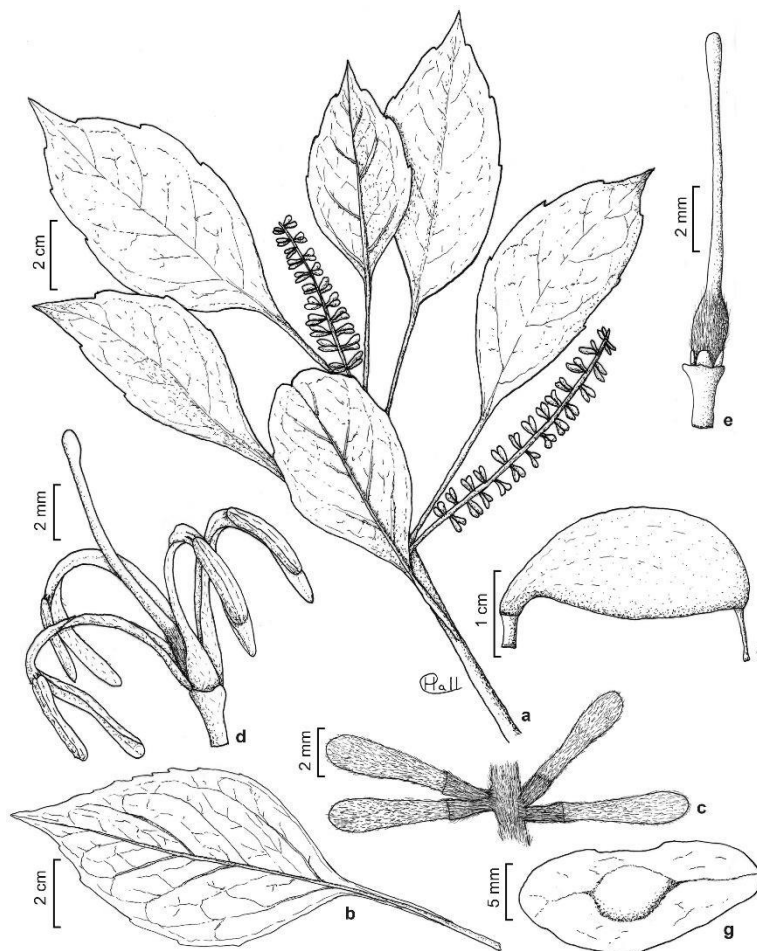


Figura 2. *Roupala montana* – a. ramo fértil; b. folha; c. detalhe dos botões florais dispostos aos pares; d. flor; e. gineceu evidenciando os nectários na base do ovário; f. fruto; g. semente (a-c. J.R. Trindade et al. 231; d-e. L.C.B. Lobato et al. 2847; f-g. D.F. Silva 1071).

2.4 Anatomia e estudos sobre anatomia ecológica da madeira

A anatomia da madeira busca compreender a estrutura e função dos diversos elementos que constituem o lenho (Burger & Richter 1991), é utilizada para identificar espécies, prever utilizações adequadas de acordo com as características anatômicas e prever e compreender o comportamento da madeira. A anatomia da madeira pode ser utilizada como base para estudos taxonômicos, sistemáticos, filogenéticos, comparados e ecológicos (Bass *et. al.* 1983; Chalk 1983; Carlquist & Hoekman 1985; Barajas-Morales 1985; Carlquist 1975, 1988; Dickison 2000; Luchi 2004, 2005; Mota *et. al.* 2017)

Diversos trabalhos demonstram que a madeira das plantas responde a fatores ambientais apresentando fenótipos diferentes (Bass *et. al.* 1973, 1983; Alves & Angyalossy-Alfonso 2000, 2002; Sonsin *et. al.* 2012; Costa et al. 2021; Angélico 2021)

Estudos sobre como as plantas se relacionam com a água são fundamentais para melhor compreender a relação das plantas com o meio ambiente, devido a disponibilidade hídrica no ambiente ser o principal fator determinante na distribuição das espécies na natureza (Pimentel 2004), além de alterar a capacidade fotossintética, a eficiência do uso da água e a quantidade de armazenamento nos períodos de seca (Hammerle 2006).

Há diferentes estratégias de sobrevivência utilizadas pelas espécies em diferentes condições ambientais no que diz respeito à segurança e eficiência do transporte aquático (Baas 1973; Carlquist 1985, 2001; Mota *et. al.* 2017; Luchi 2004; Sonsin *et. al.* 2012) e a estrutura anatômica da madeira pode sofrer alterações em decorrência do ambiente no qual a planta está inserida (Denardi & Marchiori 2005).

Por isso, a anatomia ecológica do lenho abrange o estudo das influências ambientais sobre as variações estruturais de espécies lenhosas (Luchi *et. al.* 2005).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na Fazenda Água Limpa (FAL) pertencente à Universidade de Brasília (UnB) (Figura 3).

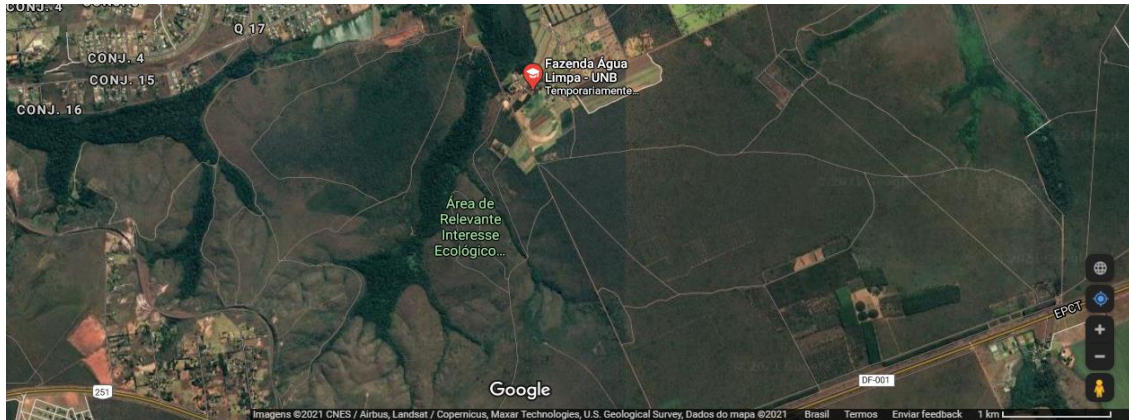


Figura 3. Área de coleta na FAL - UnB (Fonte: GoogleEarth).

Indivíduos de *Roupala montana* foram coletados em duas fitofisionomias do Cerrado *s.l.* na FAL, ou seja, em área de cerrado *sensu stricto* e mata de galeria (Tabela 1). Em cada ambiente foram selecionados três indivíduos com altura e largura semelhantes para que as análises pudessem ser mais bem comparadas. Para cada indivíduo foram registradas as variáveis altura total e circunferência tomada a 30 cm do solo (CAP), além de coordenadas geográficas e altitude do local da coleta (Tabela 2). As coletas foram levadas para o Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Botânica da UnB.

Utilizando uma serra, foram abatidos três indivíduos e coletados três discos do tronco de cada indivíduo a 30 cm do solo, com espessura aproximada de 2 cm. As amostras foram submersas em álcool 70 % para conservação. A partir de cada amostra de madeira foram confeccionados corpos-de-prova de 2x2x2 cm orientados para a obtenção de cortes anatômicos nos planos transversal, longitudinal radial e longitudinal tangencial.

Tabela 1. Fitofisionomias estudadas e suas características. Fonte: Ribeiro & Walter (1998).

Fitofisionomia	Características
cerrado <i>sensu stricto</i>	Presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas. Solos predominantemente das classes Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Roxo, com boas características físicas, porém ácidos, com pH entre 4,5 e 5,5, carência generalizada de nutrientes como fósforo e nitrogênio e altas taxas de alumínio.

mata de galeria	Acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias) sobre os cursos d'água. Cambissolos, Plintossolos, Podzólicos, Hidromórficos ou Aluviais. Em seu interior há maior umidade relativa mesmo na época mais seca do ano, já que possuem cobertura arbórea de 70 a 95%.
-----------------	---

Tabela 2: Características dos indivíduos de *R. montana* coletados em ambiente de mata de galeria e de cerrado *sensu stricto*. H= altura total (m); CAP = circunferência tomada a 30 cm do solo.

Local de coleta	Indivíduos	H (m)	CAP (cm)	Coordenadas geográficas	Altitude (m)
cerrado s.s. (CE)	1	2,38	18	S 15.959265 W 47.930816	1.115,30
	2	2,36	19	S 15.959224 W 47.930904	1.113,90
	3	1,98	25	S 15.960085 W 47.931007	1.130,50
mata de galeria (MG)	4	2,63	26	S 15.961282 W 47.944847	1.074
	5	2,51	24	S 15.961550 W 47.944878	1.074
	6	3,2	25,5	S 15.961523 W 47.945007	1.078,70

Para montagem das lâminas foram realizados cortes em seções finas (12 a 20 μm) no micrótomo de deslize de todas as faces. Posteriormente seguiram um processo de clarificação com hipoclorito de sódio 50%, lavagem com água destilada e desidratação gradual alcoólica (30, 50, 70, 90 e 100%), seguidas de coloração com safranina em solução aquosa 1% e azul de alcian aquoso 1% na proporção 1:9 (v/v) (Kraus & Arduim 1997). As lâminas permanentes foram montadas com resina sintética Entellan®.

Para dissociação das células, foram cortados pequenos pedaços da madeira e colocados em estufa a 60° em solução de peróxido de hidrogênio e ácido acético glacial, na proporção 1:1 (v/v) recém preparada até que o material ficasse branco e mole (Franklin 1985, modificado por Kraus & Arduim 1997). O material foi lavado em água destilada e adicionado safranina alcoólica 50% (Sass 1958) para posterior visualização dos elementos em microscópio. As lâminas semipermanentes foram montadas em verniz, utilizando pequena quantidade do material dissociado.

Para as análises quantitativas foram medidas as seguintes características anatômicas da madeira: comprimentos de vaso (VL), área de vaso (VeA), vasos solitários

por milímetro quadrado (SV/mm²), diâmetro de vaso (VDi), densidade de vaso (VDe), diâmetro das pontoações intervasculares (IPV) e diâmetro das pontoações radio-vasculares (VPR); comprimento de fibra (FL), espessura da parede da fibra (FWT); largura da fibra (FW), lume da fibra (Flu); raios por milímetro linear (R/mm), altura de raio (RH) e largura de raio (RW).

As análises microscópicas quantitativas foram baseadas nas instruções do IAWA Committee (1989). Para isso, foram realizadas 30 medições de cada característica através do programa Image-Pro Plus. Foi utilizado o microscópio de luz da marca Zeiss e as imagens foram registradas com fotomicroscópio marca Leica associado ao computador com sistema de captura de imagens LAS EZ.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o *software* Past e Excel. Foram fornecidas a média e coeficiente de variação. Para verificar quais características anatômicas quantitativas do caule principal são estatisticamente diferentes entre os ambientes foi realizado o Teste t ao nível de 5% de significância, que é um teste paramétrico. O teste de normalidade foi efetuado para verificar se os dados apresentam uma distribuição normal. E o Log foi utilizado quando necessário para diminuir a discrepância dos dados.

Foi realizada também a análise do componente principal (PCA) da madeira dos caules para indicar quais características mais diferenciam as espécies entre os ambientes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A anatomia da madeira qualitativa observada em *Roupala montana* desse estudo (Fig. 4-7) é semelhante ao descrito para o gênero (Detienne & Jacquet 1983; Richter & Dallwitz 2000) e por Sonsin *et. al.* (2014), baseado na anatomia dos ramos da mesma espécie, e por Jono (2009), ao caracterizar qualitativamente a anatomia de *R. rhombifolia*.

Caracterização qualitativa da madeira de *R. montana* (Fig. 4-7)

Camadas de crescimento: presentes, bem definidas. **Vasos:** porosidade difusa; solitários e múltiplos de 2 a 6, placas de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas, circulares; pontoações radio-vasculares com aréolas distintas, semelhantes às intervasculares em tamanho e forma; **Fibras:** com pontoações simples ou com aréolas muito pequenas; paredes muito espessas; **Parênquima axial:** escalariforme; **Raios:**

multisseriados, predominantemente com 12 a 27 células de largura, e poucos unisseriados, raios de dois tamanhos distintos, maiores que 1mm; **Elementos secretores:** ausentes.

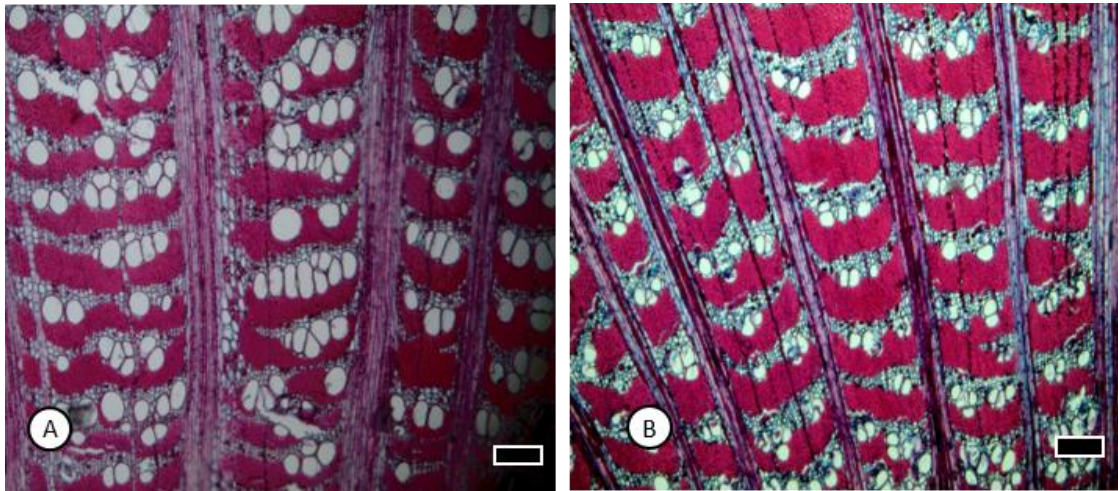


Figura 4. *Roupala montana*. Plano transversal, características de vaso. A. mata de galeria; B. cerrado s.s. Barras = 100µm.

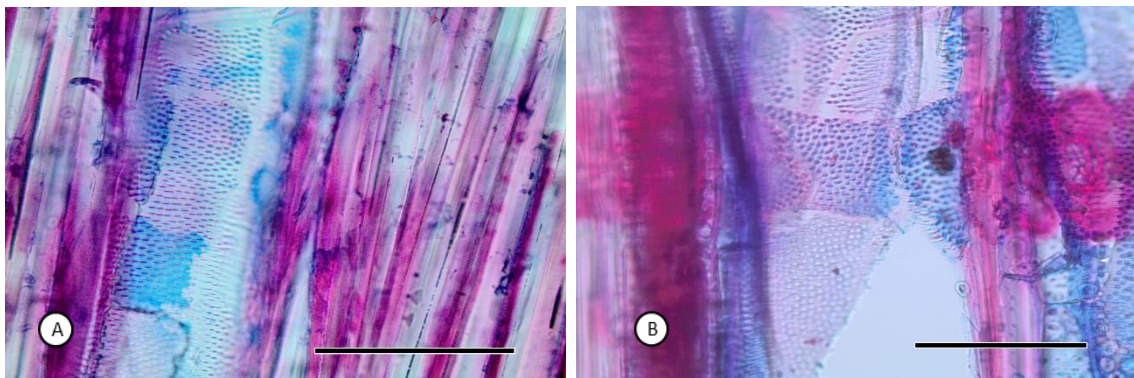


Figura 5: *Roupala montana*. A. Diâmetro das pontoações intervasculares (IPV), plano tangencial; B. Diâmetro das pontoações radio-vasculares (VPR), plano radial. Barras = 100µm.

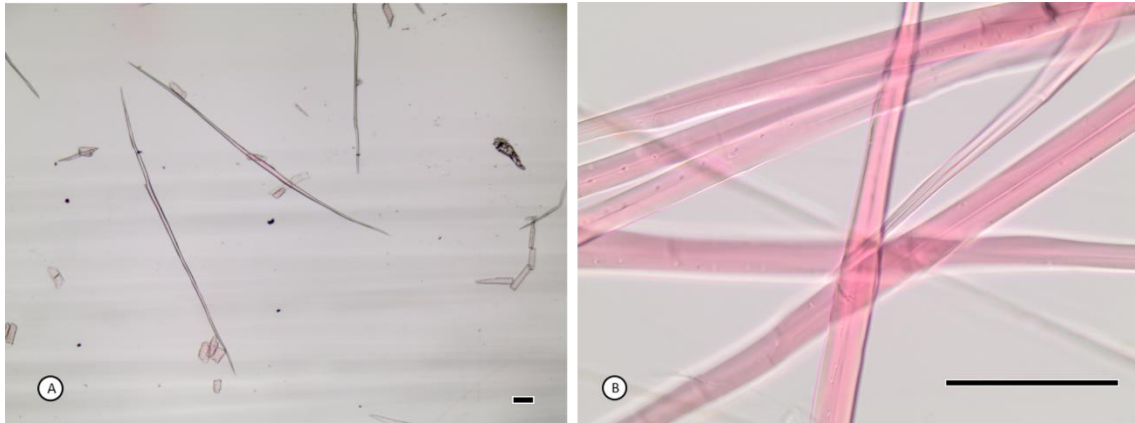


Figura 6. *Roupala montana*. Material dissociado. A. mata de galeria, comprimento de fibra; B. cerrado *s.s.*, espessura da parede da fibra: largura e lume da fibra. Barras = 100µm.

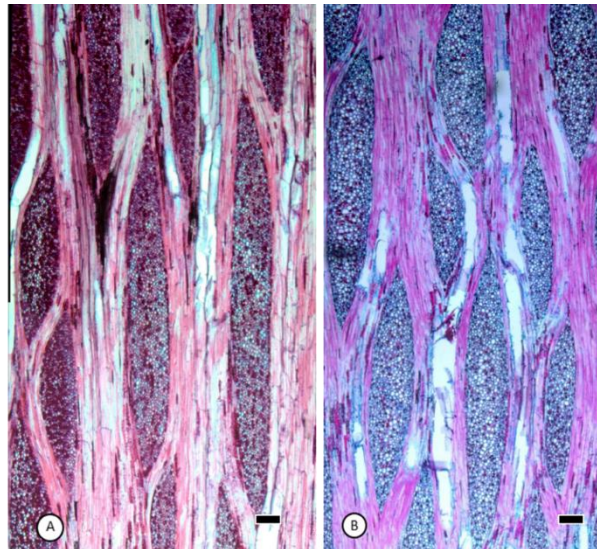


Figura 7. *Roupala montana*. Plano tangencial. Altura e largura de raio. A. mata de galeria B. cerrado *s.s.*. Barras = 100µm.

Caracterização quantitativa da madeira de *R. montana*

Quando comparados os dados quantitativos dos indivíduos em suas diferentes localidades, foram observadas diferenças estatísticas para a maior parte das características anatômicas (Tabelas 3-6).

Para as características de vaso, as amostras provenientes de indivíduos coletados na mata de galeria (MG) apresentam maiores valores para área e diâmetro dos vasos, e tais valores foram estatisticamente diferentes dos valores registrados das amostras

coletadas no cerrado *s.s.*, considerando o teste t, ao nível de 5% de significância (Tabela 3).

Tabela 3. Análise estatística (Teste t ao nível de 5% de probabilidade) comparando os dados quantitativos entre os locais de coleta. VL= Comprimento de vaso; VeA= área do vaso; SV/mm²= vasos solitários por mm² VDi= diâmetro do elemento de vaso; VDe= densidade de vaso; M = média; CV = coeficiente de variação; MG = mata de galeria; CE = cerrado *s.s.* As mesmas letras não apresentam diferença estatística.

Área	VL (µm)		VeA (µm ²)		SV/mm ²		VDi (µm)		VDe/mm ²	
	M	CV	M	CV	M	CV	M	CV	M	CV
MG	639 ^a	17,5	8974 ^a	31,76	26,6 ^a	41,4	89,0 ^a	23,7	21,8 ^a	24,1
CE	541 ^b	19,7	6760 ^b	36,18	36,1 ^a	53,0	77,0 ^b	23,2	20,9 ^a	32,4

Segundo Baas (1973), ambientes úmidos tendem a apresentar maior diâmetro de vaso, para garantir o transporte mais eficiente de água ao longo do caule, resultando em maiores taxas fotossintéticas e gerando maior crescimento. Por outro lado, o crescimento mais lento de uma planta reduz o comprimento da célula (Chalk 1983).

Alguns estudos têm frequentemente demonstrado que a hidráulica afeta o ganho de carbono fotossintético (Brodribb & Field 2000; Brodribb *et al.* 2002; Santiago *et al.* 2004). De fato, os indivíduos com maior altura foram mensurados na MG da FAL (Tabela 2), ou seja, no ambiente com maior teor de umidade.

Vasos de maior diâmetro encontrados na MG, segundo Zimmermann (1983) e Baas *et al.* (1983), podem garantir melhor transporte de água, mas são mais vulneráveis. Já vasos com menores diâmetros, que foram encontrados no ambiente mais seco, podem, segundo os mesmos autores, assegurar maior segurança na condução hídrica em função da tensão que ocorre dentro dos vasos.

Todos os espécimes têm comprimento dos elementos de vasos dentro da categoria da IAWA de vasos médio (entre 350-800 µm), entretanto, o comprimento desses nos indivíduos coletados no CE é menor e estatisticamente diferente dos valores registrados na MG. Resultado contrário do reportado por Sonsin *et al.* (2012) que não observaram diferença estatística significativa ao comparar 11 espécies de cerrado *s.s.* e de mata de galeria. E Mota *et al.* (2017) também não observaram diferença significativa entre os valores de comprimento de vaso nos ecossistemas estudados, com comprimento médio de 696 µm. Os maiores valores encontrados foram na Mata Atlântica, ou seja, ambiente com maior umidade.

Os resultados encontrados no presente estudo mostraram baixa quantidade de vasos solitários por mm² nas madeiras de ambos os ambientes, sendo que na mata de galeria é um pouco maior (estatisticamente semelhante), compensado pela maior densidade de vasos. Isso era esperado, pois a presença de maior quantidade de vasos solitários indica menor investimento em segurança no transporte hídrico, e não é interessante em ambientes secos, pois caso um vaso perca a função, não há outro adjacente que dê uma continuidade (Carlquist 1977). A tendência é que os vasos fiquem agrupados em ambientes mais secos, para garantir maior segurança na condução (Zimmermann 1983; Carlquist 1988), enquanto em ambientes mais úmidos se apresentem solitários (Carlquist & Hoekman 1985), garantindo que haja eficiência na condução. (Zimmermann 1983; Carlquist 1988).

De qualquer maneira, todos os indivíduos da espécie entram na classificação da IAWA de 1989, de vasos de diâmetro pequeno, de média densidade e de comprimento médio, estando mais voltada para a segurança.

Os diâmetros das pontoações radiovasculares e intervasculares (VPR e IVP) não apresentaram diferenças significativas entre os diferentes ambientes (Tabela 4). Sonsin et al. (2012), estudando onze espécies que ocorrem no cerrado *s.s.* e na mata de galeria, observaram o mesmo padrão de IPV (diâmetro das pontoações intervasculares) somente para duas das onze espécies, *Tabernaemontana catharinensis* e *Zanthoxylum rhoifolium*, e de VPR (diâmetro das pontoações radiovasculares) para quatro espécies (*Acosmium subelegans*, *Pera glabrata*, *Zanthoxylum rhoifolium* e *Siparuna cujabana*). Entretanto, no geral, os autores observaram que as espécies da mata de galeria apresentaram maior valor de IVP.

Tabela 4. Análise estatística (Teste t ao nível de 5% de probabilidade) comparando os dados quantitativos entre os locais de coleta. IVP = diâmetro da pontoações intervasculares; VPR = diâmetro da pontoações radiovasculares; M = média; CV = coeficiente de variação; MG = mata de galeria; CE = cerrado *s.s.* As mesmas letras não apresentam diferença estatística.

	IVP (µm)		VPR (µm)	
	M	CV	M	CV
MG	3,03 ^a	11,8	3,14 ^a	12,1
CE	2,96 ^a	12,8	3,15 ^a	22,0

As fibras de *R. montana* localizadas no CE (Fig. 6) têm menor lume, largura e espessura de parede e são estatisticamente diferentes das fibras registradas nas amostras coletadas na MG (Tabela 5). Luchi (2004), estudando *Croton urucurana*, também

encontrou maiores valores de diâmetro do lume da fibra em áreas úmidas e alagadas. Adicionalmente, ambientes mais secos apresentam com maior frequência fibras com paredes mais espessas (Fahn *et al.* 1986), ou seja, o oposto observado nesse trabalho, em que houve paredes mais espessas nas fibras da MG. Espessura da parede das fibras seria mais segura contra ao embolismo dos vasos (Jacobsen *et al.* 2005), ou seja, interessante para os indivíduos da MG que possuem maior diâmetro e maior quantidade de vasos solitários.

Tabela 5. Análise estatística (Teste t ao nível de 5% de probabilidade) comparando os dados quantitativos entre os locais de coleta. FL= comprimento de fibra; FWT= espessura da parede da fibra; FW= largura da fibra; FLu= lume da fibra; M = média; CV = coeficiente de variação; MG = mata de galeria; CE = cerrado s.s. As mesmas letras não apresentam diferença estatística.

	FL (μm)		FWT (μm)		FW (μm)		Flu (μm)	
	M	CV	M	CV	M	CV	M	CV
<u>MG</u>	<u>1719^a</u>	<u>19,0</u>	<u>9,91^a</u>	<u>20,64</u>	<u>22,5^a</u>	<u>20,06</u>	<u>2,6^a</u>	<u>31,9</u>
<u>CE</u>	<u>1566^b</u>	<u>22,8</u>	<u>8,85^b</u>	<u>26,09</u>	<u>20,2^b</u>	<u>20,20</u>	<u>2,5^b</u>	<u>57,3</u>

Os maiores valores de comprimento e lume da fibra foram encontrados na MG. Luchi (2004) também encontrou maiores valores de comprimento de fibra em áreas úmidas e alagadas. Esses resultados corroboram com a tendência observada por Levitt (1980) *apud* Luchi (2004), que relata que em áreas com maior disponibilidade hídrica, as células apresentam maior turgor celular, resultando em maiores elementos axiais.

Na mata de galeria, há raios mais largos e mais altos (Fig. 7) e ambos diferente estatisticamente dos valores registados dos indivíduos de cerrado s.s. (Tabela 6).

Tabela 6. Análise estatística (Teste t ao nível de 5% de probabilidade) comparando os dados quantitativos entre os locais de coleta. R/mm= raio por mm linear; RH= altura de raio; RW= largura de raio; M = média; CV = coeficiente de variação; MG = mata de galeria; CE = cerrado s.s. As mesmas letras não apresentam diferença estatística.

	R/mm		RH (μm)		RW (μm)	
	M	CV	M	CV	M	CV
<u>MG</u>	<u>2,12^a</u>	<u>28,1</u>	<u>3309^a</u>	<u>54,7</u>	<u>341^a</u>	<u>33,5</u>
<u>CE</u>	<u>2,07^a</u>	<u>26,9</u>	<u>2247^b</u>	<u>29,2</u>	<u>371^b</u>	<u>22,9</u>

Luchi (2004), observando a anatomia do lenho de *Croton urucurana* em áreas com o solo alagado, úmido e seco, observou raios mais largos em ambientes xéricos, oposto ao resultado aqui observado.

Em relação à altura dos raios, Barajas-Morales (1985), comparando duas florestas com climas diferentes, tropical e tropical decidual, sendo esta mais seca que aquela, encontrou raios mais curtos na floresta tropical decidual e raios maiores nas espécies localizadas na floresta mais úmida, semelhante ao observado nesse trabalho e oposto ao relatado por Luchi *et. al.* (2005), que observaram raios maiores em ambientes hidricamente desfavoráveis.

Apesar dos resultados contrastantes, Doria *et. al.* (2016) afirmam que os raios têm função de abastecimento hídrico em caso de embolismo dos vasos condutores, liberando açúcares e água em vasos embolizados (Salleo *et al.* 2008; Brodersen e McElrone 2013), podendo contribuir, assim, com o transporte hídrico, garantindo maior eficiência da condução hídrica em períodos de seca.

Para a análise do componente principal (PCA), utilizou-se somente os dados quantitativos. Duas variáveis explicaram 65,33 % da variância total para a espécie nos dois ambientes. O eixo 1 (Tabela 7) respondeu por 39,9% da variância e foi influenciado positivamente pelas características de densidade de vaso e densidade de vasos solitários por milímetro quadrado e negativamente pelo diâmetro das pontoações radio-vasculares. Essas foram maiores para os indivíduos coletados no cerrado *s.s.*, que é a fitofisionomia mais seca. O eixo 2 (Tabela 7) respondeu por 25,4% da variância e foi influenciado pelas características de diâmetro das pontoações intervasculares, largura de raio e negativamente pelo número de raios por milímetro linear.

Tabela 7. Valores das variáveis do PCA, demonstrando a distribuição das características correlacionadas e diferenciadas. Em negrito as características que mais influenciaram na distribuição dos indivíduos. PC = componente principal.

Características anatômicas	PC 1	PC 2
Comprimento de fibra (μm)	0.13304	0.21409
Espessura da parede da fibra (μm)	0.37205	-0.11569
Comprimento de vaso (μm)	0.033007	-0.3284
Diâmetro de vaso (μm)	0.32884	0.33799
Densidade de vaso (mm^2)	0.42611	0.038767
Diâmetro da pontoação intervascular (μm)	-0.19535	0.43485
Diâmetro da pontoação radiovascular (μm)	-0.39702	0.14984
Número de raios por mm linear	0.16578	-0.45497
Altura de raio (μm)	0.18389	-0.2338
Largura de raio (μm)	0.22593	0.38084
Densidade de vasos solitários por mm^2	0.41715	-0.02166
Área de vaso (mm^2)	0.26635	0.31382

Na PCA (Fig. 6), ficou pouco evidente a separação da espécie em grupos distintos de acordo com o clima, porém houve uma amostrada de cerrado *s.s.* que foi fortemente influenciada negativamente pelas pontoações radiovasculares. Os outros indivíduos de mata de galeria e de cerrado *s.s.* ficaram relativamente próximos. No trabalho de Sonsin *et al.* (2012) as espécies de cerrado *s.s.* e de mata de galeria ficaram separadas no gráfico por espécies, mas as mesmas espécies, no geral, agrupadas. O que ocorreu neste trabalho. Já no trabalho de Mota *et al.* (2017), foi observado que indivíduos de *Casearia sylvestris* ficaram graficamente separados por tipos de vegetação por apresentar dados quantitativos anatômicos da madeira, de solo e diferenças dendrométricas.

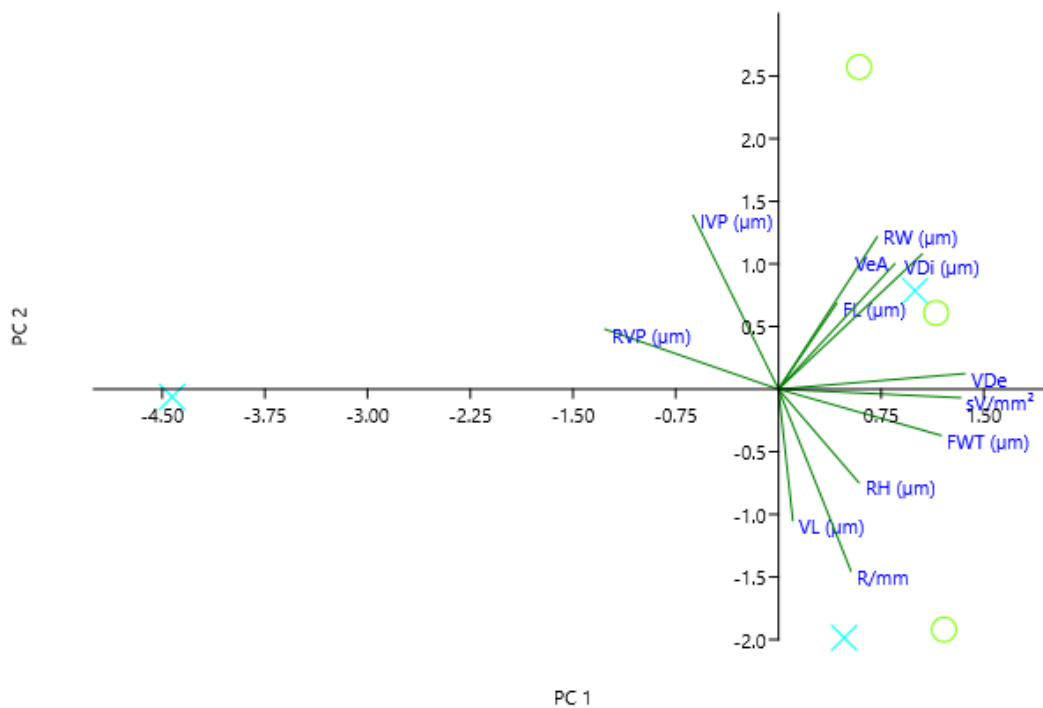


Figura 8. Análise do componente principal (PCA). **○** = indivíduos da mata de galeria; **×** = indivíduos do cerrado *s.s.*. FL= comprimento de fibra; FWT= espessura da parede de fibra; VL= comprimento de vaso; VDi= diâmetro de vaso; VDe= densidade de vaso/mm²; IVP= diâmetro das pontoações intervasculares; RVP= diâmetro das pontoações radiovasculares; R/mm= número de raio por mm linear; RH= altura de raio; RW= largura de raio; SV/mm²= densidade de vasos solitários por mm²; VeA= área de vaso.

5. CONCLUSÃO

A espécie *Roupala montana* é caracterizada por apresentar vasos de diâmetro pequenos, parênquima axial escalariforme, raios multisseriados, altos e largos. Em ambientes mais secos há características que garantem maior segurança, como vasos de menor diâmetro que são mais seguros contra o embolismo e um menor número de vasos solitários por mm². Enquanto os vasos de maior diâmetro encontrados na mata de galeria assegurariam maior eficiência na condução hídrica. Além disso, as fibras de paredes muito espessas, e os raios altos e largos da espécie ocorrendo em ambos os ambientes também poderia estar auxiliando na segurança hídrica contra o embolismo nos vasos. As características anatômicas da madeira de *Roupala montana* encontradas neste trabalho corroboram com resultados de estudos de como as plantas se ajustam para assegurar tanto a eficiência como segurança no transporte hídrico em relação ao ambiente que elas se encontram.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, S.P.; Proença, C.E.; Sano, S.M.; Ribeiro, J. F. 1998. Cerrado: espécies vegetais úteis. Embrapa, Planaltina, DF.
- Alves, E.S.; Angyalossy-Alfonso, V. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. I: Growth rings and vessels. IAWA Journal, 21:3-30.
- Alves, E.S.; Angyalossy-Alfonso, V. 2002. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. IAWA Journal 23:391-418.
- Angélico, T.d.S.; Marcati, C.R.; Rossi, S.; da Silva, M.R.; Sonsin-Oliveira, J. 2021. Soil Effects on Stem Growth and Wood Anatomy of Tamboril Are Mediated by Tree Age. Forests, 12, 1058.
- Baas, P. 1973. The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. Blumea 21: 193-258.
- Baas, P.; Werker, E. E.; Fahn, A. 1983. Some ecological trends in vessel characters. IAWA Bull n. s. 4: 141-159.
- Barajas-Morales, J. 1985. Wood structural differences between trees of two tropical forests in México. IAWA Bulletin 6: 355-364.

- Brodersen, C.R.; McElrone, A.J. 2013. Maintenance of xylem network transport capacity: a review of embolism repair in vascular plants. *Front. Plant Sci.*, 108: 1-11
- Brodribb, T.J.; Field, T.S. 2000. Stem hydraulic conductivity is linked to field photosynthetic capacity: evidence from new Caledonian and Tasmanian rainforests. *Plant, Cell & Environment* 23: 1381-1388
- Brodribb, T.J.; Holbrook, N.M.; Gutierrez, M.V. 2002. Hydraulic and photosynthetic coordination in seasonally dry tropical forest trees. *Plant, Cell & Environment*, 25: 1435-1444.
- Burger, L.M.; Richter, H.G. 1991. Anatomia da madeira. São Paulo: Nobel p. 154.
- Carlquist, S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *American Journal of Botany*, 64: 887-896.
- Carlquist, S.; Hoekman, D.A. 1985. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. *IAWA Bulletin*, 6: 319-347.
- Carlquist, S. 1988. Comparative wood anatomy. Systematic ecological and evolutionary aspects of Dicotyledon Wood. 1 Ed. Springer.
- Carlquist, S. 2001. Comparative wood anatomy: systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood. 2 ed. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Chalk, L. 1983. Wood anatomy, phylogeny, and taxonomy. *In: Anatomy of the dicotyledons*, Vol. II. 2nd edition. Editors Metcalfe, C.R.; Chalk, L. Clarendon Press. Oxford. p. 108-120.
- Costa, L.S.; De Moura, C.O.; Bucci, S.J.; Sonsin-Oliveira, J.; Gomes, S.M.; Bustamante, M.M.d.C. 2021. Nutrient enrichment changes water transport structures of savanna woody plants. *Environ. Res. Lett.*, 16, 055021.
- Denardi, L.; Marchiori, J.N.C. 2005. Anatomia ecológica da madeira de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. *Ciência Florestal*, 15:119-127.
- Detienne, P.; P. Jacquet. 1983. Atlas d'identification des bois de l'amazonie et des regions voisines. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent s/Marne. p. 640.
- Dickison, W.C. 2000. Integrative Plant Anatomy. San Diego: Harcourt Academic Press.
- Dória, L.C.; Podadera, D.S.; Batalha, M.A.; Lima, R.S.; Marcati, R.M. 2016. Do woody plants of the Caatinga show a higher degree of xeromorphism than in the Cerrado? *Flora*, 224: 244–251.

- Fahn, A.; Werker, E.; Baas, P. 1986. Wood Anatomy and Identification of Trees and Shrubs from Israel and Adjacent Regions. The Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem.
- Felfili, J.M.; Silva Júnior, M.C. 1988. Distribuição dos diâmetros numa faixa de Cerrado na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília - DF. *Acta Botanica Brasilica*, 2: 85-104.
- Felfili, J.M.; Silva Júnior, M.C. 1993. A comparative study of cerrado (sensu stricto) vegetation in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 9: 277-289.
- Felfili, J.M.; Silva Junior, M.C. 1992. Floristic composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forests at Fazenda Água Limpa, Federal District, Brazil: 393-415. *In*: P.A. Furley, J.A. Proctor & J.A. Ratter. Nature and dynamics of forest-savanna boundaries. London, Chapman & Hall.
- Felfili, J.M.; Filgueiras, T.S.; Haridassan, M.; Silva Júnior, M.C.; Mendonça, R.C.; Rezende, A.V. 1994. Projeto biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos. *Cadernos de Geociências*, 12: 75-166.
- Felfili, J.M.F.; Abreu, M.M. 1999. Regeneração natural de *Roupala montana* Aubl., *Piptocarpha macropoda* Back. e *Persea fusca* Mez. em quatro condições ambientais na mata de galeria do Gama-DF. *Cerne*, 5: 125-132.
- Fisher, J.B.; Goldstein, G.; Jones, T.J.; Cordell, S. 2007. Wood vessel diameter is related to elevation and genotype in the Hawaiian tree *Metrosideros polymorpha* (Myrtaceae). *American Journal of Botany*, 94: 709-715
- Franklin, G.L. 1945. Preparation of Thin Sections of Synthetic Resins and Wood-Resin Composites, and a New Macerating Method for Wood. *Nature*, 155: 51.
- Hammerle, I.N.C. 2006. Ecofisiologia comparativa de espécies arbóreas de cerrado s.s. e mata de galeria. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília.
- IAWA Commitee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *Iawa Bulletin n.s.*, 10: 219–332
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Coordenação Geral De Observação Da Terra. Prodes – Incremento anual de área desmatada no Cerrado Brasileiro. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/cerrado>. Acesso em: 07 abr. 2020
- Jacobsen, A.L.; Ewers, F.W.; Pratt, R.B.; Paddock, E.A.; Daviss, S.D. 2005. Do xylem fibers affect vessel cavitation resistance? *Plant physiology*, 135: 546-556.
- Johnson, L.A.S.; Briggs, B.G. 1975. On the Proteaceae the evolution and classification of a southern family. *Botanical. Journal of the Linnean Society*, 70: 83-182.

- Jono, V. 2009. Anatomia ecológica do Lenho e atividade cambial de *Roupala rhombifolia* (Proteaceae) na Serra do Cipó (MG). Dissertação de Mestrado.
- Klink, C.A.; Machado, R.B. 2005. A conservação do cerrado brasileiro. Megadiversidade. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade no Brasil: 1.
- Kraus, J.E.; Arduin, M. 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Seropédica: EDUR.
- Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. v.1 Chilling, freezing and high temperature stresses. Physiological Ecology a series of monographs, texts, and treatises. Academic Press, New York.
- Luchi, A.E. 2004. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. Revista Brasileira de Botânica 27: 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. Braz. J. Bot., 28: 809-820.
- Metcalf, C.; Chalk, L. 1950. Anatomy of the Dicotyledons. v.2. Clarendon Press, Oxford.
- Moreno, M.I.C.; Schiavini, I.; Haridasan, M. 2008. Fatores edáficos influenciando na estrutura de fitofisionomias do cerrado. Caminhos da Geografia 9: 173–194
- Mota, G.S.; Melo, L.E.L.; Ribeiro, A.O.; Pereira, H.; Mori, F.A. 2017. Ecologic features of Wood anatomy of *Casearia sylvestris* SW (Salicaceae) in three Brazilian ecosystems. Cerne, 23: 445-453.
- Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C. *et. al.*, 2000. Hotspots de biodiversidade para as prioridades de conservação. Nature, 403, 853–858.
- Pimentel, C. 2004. A relação da planta com a água. Seropédica: Edur, 191
- Pirani, J. 2006. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Proteaceae. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo, 24: 31-32. Retrieved April 27, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/42871904>
- Pirani, J.; Nascimento, F. 1995. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Proteaceae. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo, 14: 223-234. Retrieved April 27, 2021, from <<http://www.jstor.org/stable/42871454>>
- Prance, G.T.; Plana, V.; Edwards, K.S.; Pennington, R.T. 2007. Proteaceae. Flora Neotropica Monograph, 100: 1-218.

- Prance, G.T.; Pirani, J.R. 2020. Proteaceae *in* Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB13799>>. Acesso em: 25 set. 2021
- Ratter, J.A. 1986. Notas sobre a vegetação da Fazenda Água Limpa (Brasília, DF). Textos Universitários n° 3, Brasília, Editora UnB.
- Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (ed.). Cerrado: ambiente e flora. Brasília, Embrapa Cerrados. 89-166.
- Richter, H. G.; Dallwitz, M. J. 2000. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, and Spanish. Version: 9th April 2019. delta-intkey.com. acessado em: 5/11/2021.
- Santiago, L.S.; Goldstein, G.; Meinzer, F.C.; Fisher, J.B.; Machado, K.; Woodruff, D.; Jones, T. 2004. Leaf photosynthetic traits scale with hydraulic conductivity and wood density in Panamanian forest canopy trees. *Oecologia*, 140: 543– 550.
- Salleo, S; P. Trifiló, P.; Lo Gullo, M.A. 2008. Vessel wall vibrations: trigger for embolism repair. *Funct. Plant Biol.*, 35: 289-297
- Sass, J.E. 1958. Elements of botanical microtechnique. McGraw-Hill Book Company Inc., New York-London: 222
- Silva Júnior, M.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Nogueira, P.E.; Rezende, A.V.; Morais, R.O.; Nobrega, M.G.G. 2001. Análise da flora arbórea de Matas de Galeria no Distrito Federal. 143-191. *In*: Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria. J.F. Ribeiro; C.E.L. Fonseca & J.C. Sousa-Silva (eds.). Planaltina, EMBRAPA-Cerrados.
- 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*, 170: 257-276.
- Sonsin *et. a.l.*, 2014. Atlas da diversidade de madeiras do cerrado paulista. Botucatu: FEPAF, p. 423
- Weston, P.H.; Barker, N.P. 2006. A new suprageneric classification of the Proteaceae, with an annotated checklist of genera. *Telopea*, 11: 314-344.
- Zimmermann, M.H. 1983. Xylem structure and ascent Sap. 1ed. Ed. Springer, Berlin Heidelberg. New York, p. 336.