



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ANATOMIA COMPARADA (CAULE PRINCIPAL À FOLHA) DE
PALICOUREA RIGIDA KUNTH (RUBIACEAE) EM CERRADO *s.s.* E RUPESTRE**

DÉBORA ALVES DA SILVA DE SOUSA

Brasília – Distrito Federal

2018

Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Florestal

**ANATOMIA COMPARADA (CAULE PRINCIPAL À FOLHA) DE
PALICOUREA RIGIDA KUNTH (RUBIACEAE) EM CERRADO S.S. E RUPESTRE**

Aluna: Débora Alves da Silva de Sousa

Matrícula: 10/0098215

Orientadora: Prof^a Dr^a Julia Sonsin Oliveira – 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

2018

Agradecimentos

Agradeço ao meu Deus pelo dom da vida.

Agradeço ao meu marido André Henrique pelo companheirismo.

Aos meus pais e irmãs pelo grande suporte nesse caminho.

Aos meus professores e amigos de laboratório, principalmente a Ní.

Agradeço à minha orientadora por toda paciência e ajuda, tanto intelectual como emocional, ao longo deste trabalho.

À universidade de Brasília e os departamentos de Botânica e Florestal.

*“Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades, lembrai-vos de que as
grandes coisas do homem foram conquistadas
do que parecia impossível”*

Charles Chaplin

Resumo – *Palicourea rigida* **kunth** (Rubiaceae) é uma espécie amplamente distribuída no Brasil, ocorrendo em formações do cerrado *s.l.* e vegetação sobre afloramentos rochosos, entre outras. Através de estudos anatômicos da madeira, pode-se observar caracteres estruturais ou modificações que refletem o tipo de hábitat ou hábito das mesmas. O objetivo do trabalho é descrever pela primeira vez a anatomia da madeira *P. rigida*, avaliar as variações da madeira e folha em diferente fitofisionomia do Cerrado (cerrado *s.s.* e cerrado rupestre) através de análises quali e quantitativas, bem como analisar as variações axiais da espécie (caule principal à folha). Foram coletados três indivíduos no cerrado rupestre, alturas variando de 0,89 a 0,94 m, e três no cerrado *s.s.* com alturas entre 1,95 e 2,20 m. Quando comparados os ambientes, qualitativamente, foi observado que somente o arranjo radial foi mais pronunciado no cerrado rupestre. Entretanto, quantitativamente, por estarem dentro da mesma faixa de Cerrado, *sentido restrito*, a espécie apresentou diferenças quantitativas, relacionadas aos vasos e fibras e somente uma diferença qualitativa relacionada ao arranjo de vasos. Ambas se mostrando adaptadas a um ambiente mais seco. Os indivíduos variaram quanto a largura, lume e espessura de fibra dentro do mesmo ambiente, mas não há um padrão. A variação axial mostra uma diminuição no diâmetro dos vasos no sentido caule-folha, e aumento da densidade somente nos indivíduos do cerrado rupestre. As fibras e raios mostram diferenças que podem estar ligadas à altura das plantas, que por sua vez é determinada pela fitofisionomia em que estão inseridas.

Palavras-chave: cerrado, fitofisionomias, Rubiaceae, variação axial.

Abstract - *Palicourea rigida* Kunth (Rubiaceae) is a widely spread species in Brazil that occurs in cerrado *s.l.* formations and rocky outcrops, among others. By means of wood anatomy studies, we can observe structural characters and variations which reflect the type of habitat of these plants. The objective of this work is to describe the wood anatomy of *P. rigida* for the first time, to analyze variations of wood and leaf in different Cerrado physiognomies through quantitative, qualitative and statistical analyzes., as well as analyze the axial variations of the species (main stem to the leaf). Three individuals were collected in rocky outcrops, ranging from 0.89 to 0.94 m, and three in the cerrado *s.s.* with 1,95 to 2.20 m. When comparing qualitatively environments, we observed that only the radial arrangement was more pronounced in the rocky outcrops. However, because they were within the same cerrado *s.s.* strand, the individuals varied quantitatively related to vessels and fibers and only one related to vessel arrangement. Both shown adaptations to a drier environment. Individuals varied in fiber width, lumen and thickness within the same environment, but there is no pattern. The axial variation shows a decrease in the vessel diameter the stem-leaf direction and increase of density only in the individuals from rocky outcrops. The fibers and rays show differences that may be related to the height of the plants, which in turn is determined by the physiognomy in which they are inserted.

Key words: axial variation, cerrado, physiognomies, Rubiaceae

Sumário

	Pág.
1. Introdução.....	07
2. Objetivo.....	08
2.1. Objetivo geral	08
2.2. Objetivos específicos.....	08
3. Revisão bibliográfica.....	09
3.1. Cerrado.....	09
3.2. Família: Rubiaceae	11
3.3. Gênero: <i>Palicourea</i>	12
3.4. Espécie: <i>Palicourea rigida</i>	12
3.5. Estudos anatômicos da madeira, variação axial e anatomia ecológica.....	13
4. Materiais e métodos.....	15
5. Resultados.....	19
5.1. Descrição anatômica do caule principal	19
5.1.2. Dados quantitativos (caule à folha)	22
6. Discussão.....	30
7. Conclusão.....	34
8. Referência bibliográfica.....	35

INTRODUÇÃO

Rubiaceae é uma família que apresenta distribuição cosmopolita, cuja diversidade e biomassa se concentram nos trópicos e subtropicais, compreendendo cerca de 620 gêneros e mais de 13.000 espécies (Davis et al. 2009).

No Brasil é a quarta família mais diversa de Angiospermas, superada apenas por Orchidaceae Juss., Asteraceae Bercht. & J.Presl e Fabaceae Lindl. (Judd et al. 2009). É representada por 125 gêneros (15 endêmicos) e 1.375 espécies (726 endêmicas), sendo de maior ocorrência nos domínios fitogeográficos da Amazônia (728 spp.) e Mata Atlântica (564 spp.), e nas regiões geopolíticas Norte (757 spp.) e Sudeste (579 spp.; BFG 2015). Rubiaceae está representada por 1.392 espécies, concentradas principalmente nos domínios Amazônico, Atlântico e no Cerrado (Barbosa et al. 2007).

A espécie *Palicourea rigida* ocorre por toda a zona tropical da América do Sul, sendo comum nos cerrados e campos da região Centro Oeste e nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Bahia (Steyermark 1974). É conhecida por suas folhas coriáceas que produzem som característico ao serem tocadas, o que lhe valeu as denominações “bate-caixa” e “gritadeira”, além de “douradilha ou douradilha do campo”, entre outros (Conceição 1980, Balbach 1981, Pio Correa 1984, Grandi et al. 1989).

Os estudos de anatomia da madeira têm sido empregados em diversos sistemas de classificação vegetal, tais como os de Takhtajan (1980), Gleason e Cronquist (1968) e Cronquist (1988), que se valeram de caracteres anatômicos como complemento ao estudo da taxonomia e filogenia das plantas.

Segundo Marcarti (1992) a árvore é um sistema biológico complexo, na qual disposição, arranjo, proporção e dimensões relativas influenciam na densidade, resistência mecânica, trabalhabilidade e permeabilidade da madeira.

Segundo Dickison (2000) o ambiente é um componente significativo da variabilidade anatômica do xilema que possui uma explicação adaptativa e funcional, podendo estar associado a ambientes de crescimento de plantas, disponibilidade de água e mudanças atmosféricas.

Geralmente são observados vasos de maior calibre em ambientes mais úmidos e menores em ambientes áridos (Carlquist 1977, Alves e Angyalossy-Alfonso 2000). No entanto, novos estudos têm afirmado que os elementos condutores são proporcionais ao diâmetro do caule e, que esse é proporcional ao comprimento, sugerindo que o afinamento em relação ao caminho da condução de água da origem a relação do diâmetro do caule e do vaso (Anfodillo et al. 2013, Olson e Rosell 2012; Longui et al. 2014). Mesmo assim, numa relação indireta (vasos x clima), o comprimento da planta está relacionado ao clima, sendo vasos mais estreitos encontrados em ambientes mais secos, pois as plantas dessas áreas são menores (Olson e Rosell 2012).

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo geral

- Através de estudos anatômicos e estatísticos contribuir para a literatura sobre a espécie *Palicourea rigida*

2.2. Objetivos específicos

- Descrever pela primeira vez, microscopicamente, a anatomia da madeira de *Palicourea rigida*;
- avaliar as variações anatômicas da madeira e folha de *Palicourea rigida* coletadas em diferentes fitofisionomias do Cerrado *s.l.* (cerrado *s.s.* e cerrado rupestre), através da análise dos dados anatômicos quantitativos, qualitativos e análises estatísticas;
- verificar quais estruturas anatômicas apresentarão diferenças de acordo com a altura da amostra coletada.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Cerrado *s.l.*

O Bioma Cerrado possui cerca de 184 famílias de Angiospermas, sendo representadas por 12447 espécies (Flora do Brasil). Ocupa uma área aproximada de 2.036.448 Km², cerca de 23,92% do território do país (IBGE).

Segundo Ribeiro e Walter (2008), este Bioma se estende em área contínua abrangendo os estados de Goiás, Tocantins, o oeste da Bahia e Distrito Federal, além de constituir parte dos estados do Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia, São Paulo e Paraná (Fig.1). Ainda segundo os mesmos autores, o cerrado pode ser encontrado em áreas fragmentadas ao norte do país nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e na região sul, em pequenas porções isoladas no Paraná. Em termos de área, a região política brasileira de maior relevância para o Cerrado é a Centro-Oeste, e nela se encontra a área nuclear (“core”) do bioma (Water 2006).



Figura 1. Mapa de Biomas do Brasil e o Mapa de Vegetação do Brasil, Fonte: IBGE

Ribeiro e Walter (2008) diferenciaram os tipos fitofisionômicos do Cerrado pela estrutura da vegetação, pelos aspectos do ambiente e pela composição florística. Os autores descrevem as formações florestais, savânicas e campestres, subdivididas em onze fitofisionomias para o bioma (Fig. 2). Este Bioma caracteriza-se pela presença de invernos secos e verões chuvosos, e possui média anual de precipitação da ordem de 1500 mm, variando de 750 a 2000 mm (Adámoli et al. 1987).

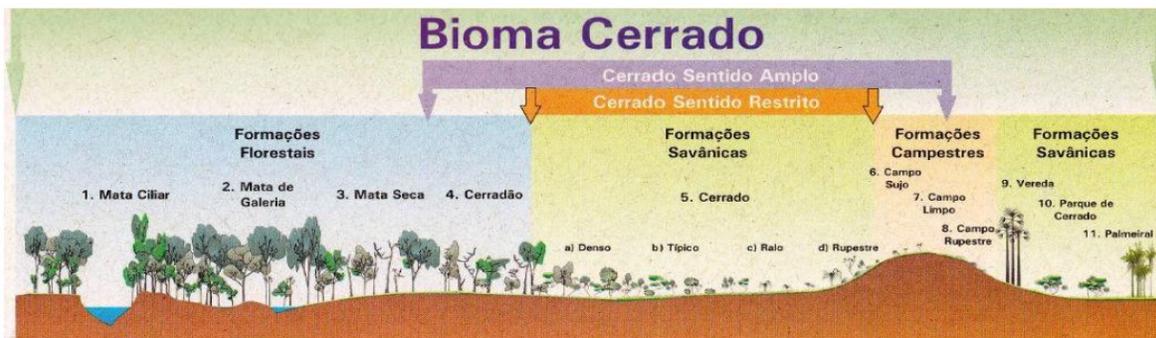


Fig. 2. Diferentes tipos de fitofisionomias do Cerrado. Fonte: Adaptado por Ribeiro e Walter (2001).

Dentre essas fitofisionomias, o Cerrado Rupestre, como o próprio nome indica, é a fitofisionomia arbóreo-arbustiva que ocorre em ambientes rupestres, ocorre em mosaicos, mas pode ocorrer em áreas contínuas, sendo que a cobertura arbórea varia entre 5 a 20% e a altura da vegetação varia entre 2 a 4 m (Ribeiro e Walter 2008). Segundo os mesmos autores, o solo é pouco desenvolvido, com afloramentos rochosos e baixos nutrientes e matéria orgânica, o que caracteriza a presença dos Neossólos Litólicos. Outra característica peculiar é o aspecto lenhoso que depende do tipo de solo, podendo predominar paisagens mais arbustivas ou paisagens mais arbustivo-herbácea, mas sempre com presença de árvores em meio às fraturas das rochas (Ribeiro e Walter 2008).

Por sua vez, o Cerrado *sensu stricto* possui árvores baixas, inclinadas e tortuosas, com indivíduos arbustivos e subarbustivos espalhados, os troncos são lenhosos e suas cascas, na maioria dos casos, apresentam cortiças espessas, sendo suas folhas rígidas e coriáceas (Ribeiro e Walter 2008). Segundo os mesmos autores, os solos mais comuns são os Latossolos Vermelho e Vermelho-Amarelo e apresentam de forte a média acidez, carência de nutrientes como o fósforo

e o nitrogênio e forte presença de alumínio. Pode ocorrer a presença de Cambissolos, Neossolos Litólicos e Quartzênicos, Plintossolos Pétricos e Gleissolos (Ribeiro e Walter 2008).

3.2. Família Rubiaceae

Rubiaceae é a família de espécies de cafeeiros, cinchona e ipeca, usados em beberagens e como medicinais (Judd et al. 2009). Nesta família estão incluídos, aproximadamente, 650 gêneros e mais de 13.000 espécies (Delprete e Jardim 2012), podendo apresentar um expressivo número de espécies com hábitos diferentes (árvores, arbustos, ervas, vinhas e lianas) e diversidade em biomas e habitats (cerrado, restinga, campos, florestas).

No Brasil a família Rubiaceae é um elemento importante nos estudos ecológicos, em termos da composição florística e estrutura das formações vegetais, sendo um importante indicador para ser usado em estudos ecológicos e de estados de conservação da vegetação tropical (Delprete e Jardim 2012).

Segundo Mendonça et al. (2013), essa família possui espécies de grande importância econômica que são exploradas como alimentícias (*Coffea arabica* L., *Genipa americana* L.), ornamentais (*Ixora* spp.), e também na indústria farmacêutica, como por exemplo *Cinchona pubescens* Vahl, produtora de quinina, empregada no tratamento da malária, outras são referidas popularmente como medicinais (*Coutarea hexandra* (Jacq.) K. Schum) e/ou tóxicas (espécies de *Palicourea* Aubl. e *Psychotria* L., popularmente conhecidas como "mata-ratos").

A família Rubiaceae, é um exemplo de um grupo importante de organismos, que são pouco estudados (Delprete 2004; Delprete et al. 2004, 2005). Esse grupo possui um alto potencial para contribuir a várias elucidações no que concerne ao meio ambiente nos Estados de Goiás, Tocantins e no Distrito Federal, devido a: 1) sua ampla distribuição, em termo de grande representação geográfica, 2) variação de hábito, sendo encontrada em forma de ervas anuais, perenes, arbustos, árvores e lianas, 3) forte representação em todos os tipos de vegetação (campo limpo, campo sujo, cerrado *sensu stricto*, cerradão, campo rupestre, vereda, floresta de encosta, floresta de galeria, floresta ombrófila densa com elementos amazônicos, áreas de depósitos fluviais de areia branca (Região do Jalapão, TO), 4) diversidade em termos taxonômicos, sendo representada no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins por 51 gêneros e cerca de

203 espécies (Delprete 2005) a grande importância econômica que a família apresenta, como frutas comestíveis de grande potencial e plantas medicinais (Delprete 2004, Delprete et al. 2004, 2005).

3.3. Gênero: *Palicourea*

O gênero *Palicourea* - tribo Psychotrieae - compreende cerca de 200 espécies de arbustos e pequenas árvores, distribuídas do México até o nordeste da Argentina (Taylor 1997).

No Brasil, segundo o site Flora do Brasil, esse gênero apresenta 74 espécies (97 sinônimos), sendo 24 consideradas endêmicas, podendo ser encontrado nas seguintes formas: arbustos, subarbustos e árvores; há registro de ocorrência em todas as regiões do país.

Um dos exemplos de importância econômica é a espécie *Palicourea marcgravii*, que é considerada a principal planta tóxica de interesse pecuário no Brasil e é encontrada em quase todo país, sendo responsável pela morte de 80% dos bovinos intoxicados por plantas na região amazônica (Tokarnia et al. 1986, 1991, 2012).

Amplamente distribuída, e de comum ocorrência no Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), Nordeste (Bahia, Maranhão e Piauí), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo) e Sul (Paraná), sendo comum aos Biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, nos diferentes tipos de vegetação como Campinarana, Campo Limpo, Campo Rupestre, Carrasco, Cerrado (lato sensu), Savana Amazônica, Vegetação Sobre Afloramentos Rochosos (Flora do Brasil).

3.4. Espécie: *Palicourea rigida*

A espécie é encontrada na forma de arbusto e subarbustos em todas as regiões geográficas do país, mas não em todos os estados, nos domínios fitogeográficos: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa (Flora do Brasil).



Figura 3. Mapa da distribuição da espécie *Palicourea rigida*. Fonte: Flora do Brasil

A *Palicourea rigida* apresenta floração de outubro a janeiro, frutificação de fevereiro a maio e sua altura pode chegar a 3 metros de altura; folhas são sésseis, opostas, nervuras visíveis, coriáceas; flores avermelhadas, com inflorescência, amarelas e cálices tubulosos (Manuel et al 2016).

A espécie *P. rigida* também tem importância econômica, é uma planta bastante conhecida na medicina e seu uso terapêutico está registrada em publicações sobre plantas medicinais no combate a doenças do sistema urinário como cistite, disúria e anúria (Conceição 1980, Balbach 1981, Pio Correa 1984, Grandi et al. 1989).

3.5. Estudos anatômicos da madeira, variação axial e anatomia ecológica.

A anatomia da madeira, nos últimos anos, tem contribuído para a solução de questões taxonômicas, evolutivas, ecológicas (Silva et al. 2011), bem como utilizada para pesquisa subsidiária, em trabalhos de inventários florestais, nos quais é comum deparar-se com material estéril ou incompleto (Fedalto et al. 1989). Neste sentido, temos trabalhos como o de Loureiro e Silva (1968), COPAN (1974), IAWA (1989), Zenid e Ceccantini (2007), que apresentaram métodos para identificação macro e microscópica de madeiras como avaliação da cor, cheiro, densidade, características de vasos, parênquima axial e radial. Além de diversos trabalhos

apresentarem dados gerais e descrições anatômicas de diferentes espécies que auxiliam na identificação (ver Loureiro e Silva 1968, Sonsin et al. 2014).

A distribuição da vegetação sobre a superfície da terra é controlada mais pela disponibilidade de água do que qualquer outro fator (Anfodillo et al. 2013). Através de estudos anatômicos de espécies vegetais ocorrentes nos diferentes ecossistemas do globo, se pode observar caracteres estruturais ou modificações presentes nas plantas, que refletem o tipo de hábitat das mesmas (Silva e Freitas, 1998). Segundo os mesmos autores, no transcorrer do tempo, muitas espécies vegetais têm-se adaptado ao hábitat, tanto em suas características estruturais como fisiológicas, principalmente em relação aos fatores do meio como solo, temperatura, intensidade luminosa e disponibilidade de água.

De uma forma geral, a variação nas estruturas anatômicas da madeira em toda a planta prevê e melhora a distribuição do fluxo de água para minimizar a cavitação das raízes à copa (Hacke e Sperry 2001). Recentemente, esses estudos se concentraram na variação de elementos condutores axiais em árvores, na tentativa de explicar como o xilema é estruturado para fornecer eficiência hídrica a partir das raízes até as folhas (Anfodillo et al. 2013).

De maneira geral, os trabalhos que investigam a variação no lenho em ambientes distintos mostram que as alterações quantitativas implicam em variações nas dimensões e frequência das células (Longui et al. 2009). Para a condução de água, o diâmetro do vaso tipicamente tende a ser maior nas raízes do que no tronco, mas maior nos troncos do que nos ramos, na direção axial (Zimmernann 1978). No entanto, segundo Longui et al. (2009) devido à grande diversidade de espécies nas regiões tropicais, são necessários mais estudos para um melhor entendimento da influência das características ambientais na estrutura do lenho já que a mesma espécie ocorrendo em ambientes diferentes pode responder de forma distinta.

Para as plantas do Cerrado, os estudos são relativamente recentes, sendo que os principais artigos mostram uma variação estrutural entre raiz e tronco, possivelmente relacionada às suas diferenças funcionais e diferenças na condutividade hídrica x segurança (Machado et al. 1997, Longui et al. 2012, 2017, Goulart et al. 2015). É importante ressaltar que mesmo o Brasil tendo uma vasta biodiversidade, esses estudos são mais explorados para espécie de florestas plantadas, pois ligado a elas está o valor econômico (Santos e Sousa et al. 2017).

No trabalho de Longui et al. (2017), por exemplo, em que foi estudada a variação axial das estruturas anatômicas de madeiras das raízes até os ramos, os autores observaram uma variação no diâmetro dos vasos, que apresentou uma redução no sentido axial e conseqüente redução na condutividade hídrica, levando a uma maior segurança contra o embolismo. No entanto, novos estudos têm afirmado que os elementos condutores são proporcionais ao diâmetro do caule e, que esse é proporcional ao comprimento (Anfodillo et al. 2013, Olson e Rosell 2012).

Não foram encontrados estudos que tragam essas informações associadas aos vasos presentes no pecíolo e folha.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletados caules, ramos e folhas de três indivíduos em cada local (Tab. 1; Fig. 4;5). O caule foi coletado a 30 centímetros do solo e o primeiro ramo na primeira bifurcação e armazenados em álcool 70%. As folhas passaram 24 horas no FAA (formaldeído, álcool e ácido acético) e em seguida conservadas em álcool 70%.

Tabela 1. Dados da coleta da espécie *Palicourea rigida*. NC = número do coletor; H = altura; CAS = Circunferência altura do solo (30cm); Alt = altitude.

	Local de coleta	NC	H (m)	CAS (cm)	Coordenadas geográficas	Alt (m)
<i>Palicourea rigida</i>	Fazenda Água Limpa (FAL) Cerrado rupestre	348	0,94	12	S 15 58 29.2 W 47 56 53.2	1173,4
		349	0,89	15	S 47 56 52.6 W 47 56 52.4	1187,2
		350	0,91	12	S 15 58 29.820 W 47 56 53.1	1173
	Parque Ecológico Bernardo Sayão Cerrado s.s.	1	2,20	29,8	S 15 830152 W 47 803114	1097,1
		2	2,15	18,5	S 15 827103 W 47 799812	1102,9
		3	1,95	16,3	S 15 817402 W 47 79743	1101,7

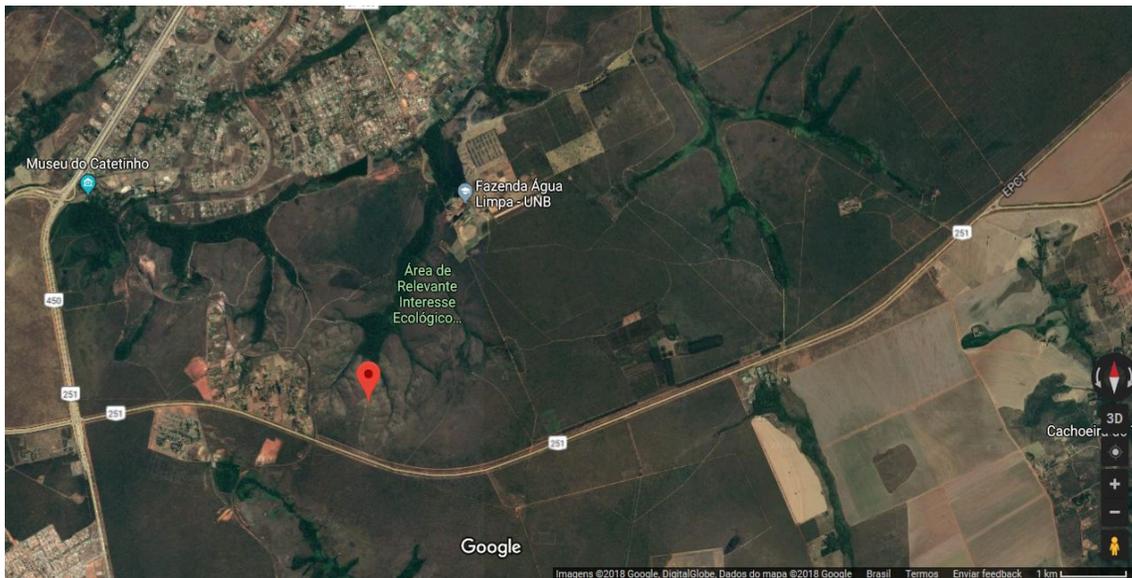


Figura 4. Área de coleta na FAL (Fonte: GoogleEarth).

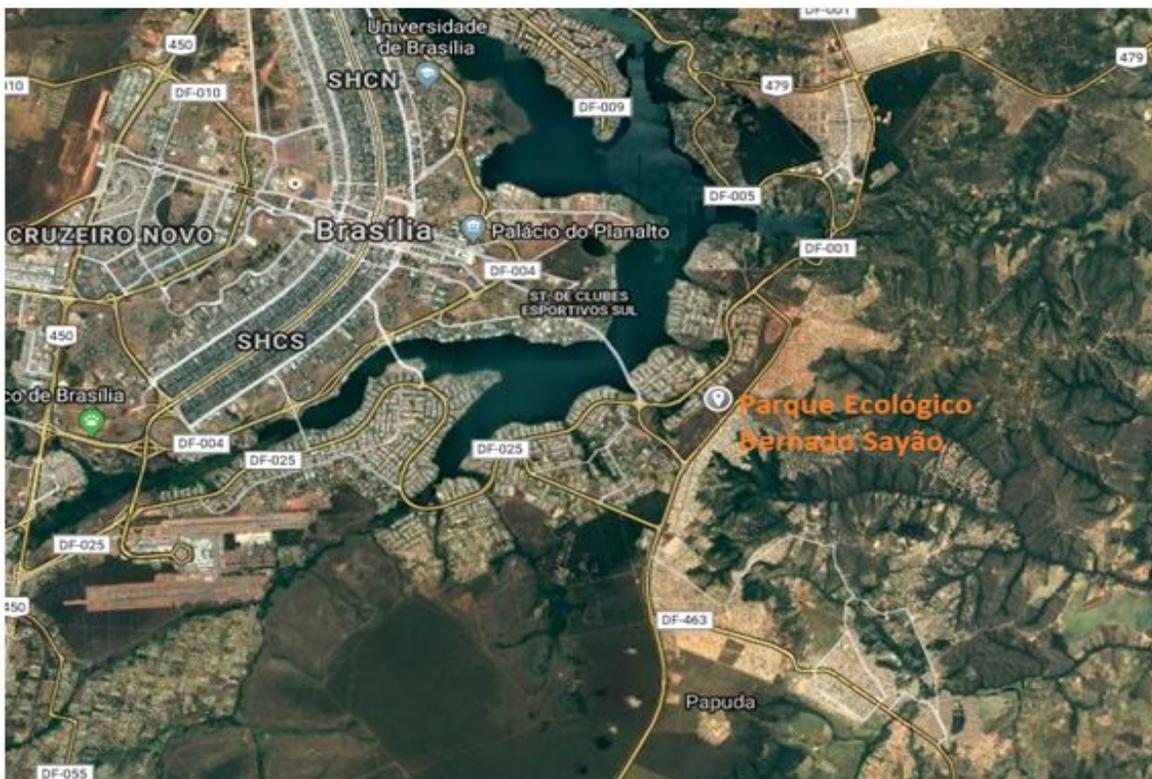


Figura 5. Área de coleta no Parque Ecológico Bernardo Sayão (Fonte: GoogleEarth).



Figura 6. Área de coleta da espécie *Palicourea rigida*. a. Parque Ecológico Bernardo Sayão; b. Fazenda Água Limpa.

Os materiais botânicos e as amostras do lenho foram coletadas e depositadas no Herbário da Universidade de Brasília (Herbário UnB) e na Xiloteca da Universidade de Brasília (Xiloteca UBw), Brasília, DF, respectivamente.



Figura 7. Coletas do Parque Ecológico Bernardo Sayão. a. Inflorescência; b. Ramo e folha; c. Caule coletado.

Para a confecção das lâminas de madeira foram obtidas secções de aproximadamente 15 a 20 mm de espessura das seções transversais, longitudinais (tangenciais e radiais), que foram clarificados com hipoclorito de sódio 50% e em seguida duplamente corados com safranina alcoólica e azul de alcian aquoso (1:4). As lâminas histológicas permanentes foram seladas com resina sintética (Entellan®). Para o processo de maceração, utilizou-se a solução de Franklin (1:1) e estufa a 60°C e o corante safranina 50% alcoólica para corar essas células. A glicerina (1:1) foi utilizada para a montagem de lâminas semipermanentes (Kraus & Arduim 1997).

Para a confecção das lâminas histológicas das folhas, efetuaram-se cortes transversais em micrótomo de mesa do tipo Ranvier, que foram clarificados com hipoclorito de sódio 100% e corados com azul de alcian e safranina aquosos na proporção 1:1 (Johansen 1940; Kraus & Arduim 1997).

As análises microscópicas qualitativas e quantitativas se basearam as instruções do IAWA Committee (1989). Foram realizadas 30 mensurações para cada característica, sendo acrescentadas as medições de altura e largura de raio. As medições foram obtidas com o auxílio do programa ImagePlus. Foi utilizado o microscópio de luz da marca Zeiss e as imagens foram

registradas com fotomicroscópio marca Leica associado ao microcomputador com sistema de captura de imagens LAS EZ.

As análises estatísticas utilizadas foram Análise de variância (ANOVA) o teste de Tukey, dentro dos indivíduos e variação ao longo do eixo axial (caule-ramos) e, Teste t para verificação de quais características anatômicas quantitativas foram diferentes entre os ambientes (somente dados do caule principal). A análise do componente principal (PCA) dos caules, foi utilizada para indicar quais características diferenciam as espécies, foi efetuado o log dos valores para diminuir as grandes diferenças de valores de cada estrutura medida e teste de normalidade. Foram utilizados os softwares *Past* e *Excel* (Charles Simonyi 1981).

5. RESULTADOS

5.1. Dados qualitativos

5.1.1. Descrição anatômica do caule principal

Será dada somente uma descrição para ambos os ambientes, indicando somente as diferenças entre eles (Fig. 8-10).

Camadas de crescimento: indistintas a mal demarcada, por espessamento da parede das fibras e maior acúmulo de vasos adjacente as camadas de crescimento.

Vasos: porosidade difusa; solitários e múltiplos de 2 a 6; cerrado rupestre com arranjo radial mais pronunciado do que no cerrado *s.s.*; placa de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas, circulares e poligonais, guarnecidas; pontoações radio-vasculares semelhantes às intervasculares em tamanho e forma, poucos depósitos.

Fibras: com pontoações simples ou com aréolas diminutas; finas a espessas; septadas.

Parênquima axial: escasso

Parênquima radial: unisseriados e com 1 a 5 no cerrado rupestre, e até 7 células de largura cerrado *s.s.* raios com células procumbentes, quadradas e eretas misturadas através do raio; célula perfurada de raio.

Estratificação: ausente.

Elementos secretores: ausentes.

Inclusões minerais: ausentes.

Figura 8. Plano transversal da espécie *P. rigida* do cerrado rupestre. a,d,g. Caule; b,e,h. Ramo; c,f,i. Folha. Barra:100µm

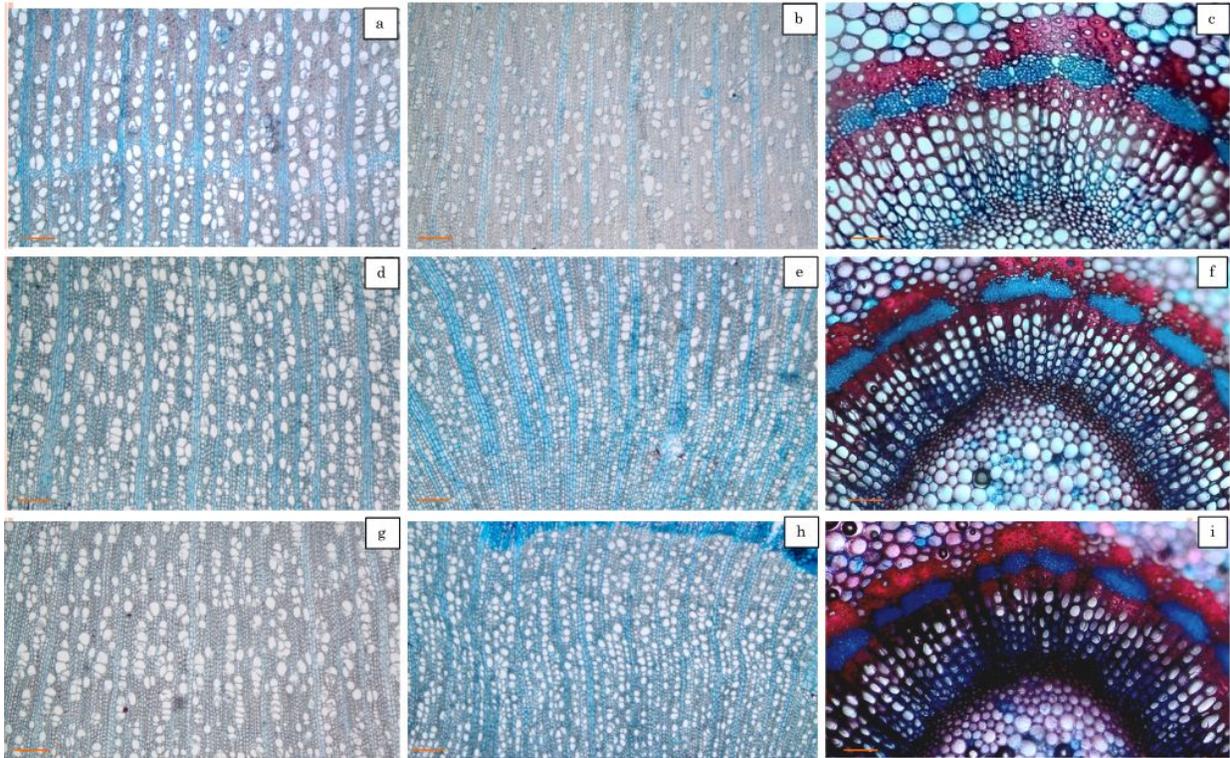


Figura 9. Plano transversal da espécie *P. rigida* do cerrado s.s. a,d,g. Caule; b,e,h. Ramo; c,f,i. Folha. Barra: 100 μ m

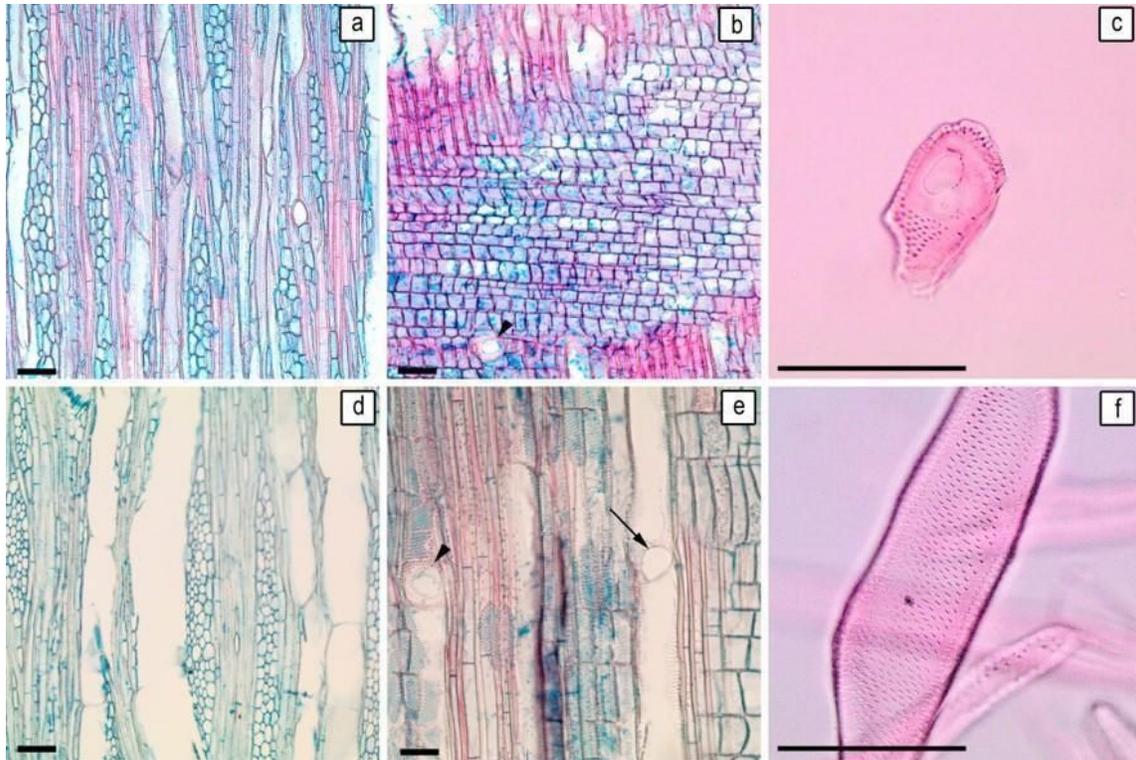


Figura 10. a-c. Cerrado rupestre; d-f. Cerrado *s.s.* a, d. Detalhe do plano tangencial; b, e. Detalhe do plano radial; c. Célula perfurada de raio no macerado; f. Elemento de vaso no macerado. Cabeça de seta indica célula perfurada de raio; Seta indica placa de perfuração simples. Barras: 100 μ m.

5.1.2. Dados quantitativos (caule à folha)

Os dados anatômicos quantitativos e análises estatísticas comparando os indivíduos, a variação axial, e os ambientes serão apresentados na Tabela 2 e 3.

Quando comparados os indivíduos dentro de um ambiente foi observado que somente as características a seguir apresentaram diferença estatística: fibras mais finas foram observadas no caule do indivíduo 349 (ce ru) e ramos do indivíduo 3 e, mais grossa no caule do indivíduo 1 (ce *s.s.*), o indivíduo 1 teve maior lume da fibra em ambos caule e ramo, a espessura da parede fibra foi menor tanto no caule quanto no ramo do indivíduo 350; menor diâmetro de vaso foi encontrado no ramo 2; a densidade de vaso nos indivíduos 349 teve valor intermediário entre os

indivíduos 348 e 350 tanto para caule quanto para os ramos; e maior densidade de vasos foi encontrado para o caule 2.

Já para a variação axial foi observado: maior lume e comprimento de fibra no caule do indivíduo 2 (ce s.s.), e maior espessura da parede das fibras para o indivíduo 348 (ce ru); o comprimento e diâmetro dos vasos foi maior para o caule de todas as espécies que nos ramos e o diâmetro de vasos das folhas foram menores que o caule e ramos, já para a densidade de vasos, essa foi maior no ramo dos indivíduos do cerrado rupestre, mas foi menor nos ramos dos indivíduos do cerrado s.s.; todos os indivíduos do cerrado s.s. tiveram maior largura de raio no caule quando comparado com o ramo, diferença estatisticamente significativa, mas somente o indivíduo 348 do cerrado rupestre essa característica foi estatisticamente diferente.

Tabela 2. Análise estatística entre indivíduos e da variação axial (caule principal, ramo e folha) da espécie *Palicourea rigida*. Ca= característica; ind= indivíduo; O= órgão; C= caule; R= ramo; L=Leaf; M= Média; DP= Desvio padrão; δ = variação entre indivíduo e variação axial; FL= comprimento de fibra; FW= largura de fibra; FLu= lume de fibra; FWT= espessura da parede de fibra; VL= comprimento de vaso; VDi= diâmetro de vaso; VDe= densidade de vaso; IPD= pontoação intervascular; RVPD= pontoação radio-vascular; RH= altura de raio; RW= largura de raio; VeLfDi= diâmetro de vaso da folha. *Médias seguidas pela mesma letra na linha e coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Student a 5% de significância. Letras minúsculas indicam variação entre os indivíduos dentro do mesmo ambiente (horizontal); Letras maiúsculas indicam diferença na variação axial (vertical).

		Cerrado rupestre			Cerrado s.s.			
Ca/ind	O	348	349	350	1	2	3	
FL (μ m)	C	M	471	480	472	487	479	488
		DP	61,8	43,4	34,6	43	43	45,9
		δ	a A	a A	a A	a A	a A	a A
	R	M	460	472	465	480	457	481

		DP	64,8	43,4	34,5		43	35	45,9
		δ	a A	a A	a A		a A	a B	a A
			Cerrado rupestre				Cerrado s.s.		
Ca/ind	O		348	349	350		1	2	3
FW (μm)	C	M	22,7	19,8	20,5		20	18,4	17,5
		DP	5,1	3,9	5		3,8	2,3	1,6
		δ	a A	b A	a A		a A	b A	b A
	R	M	20,3	18,4	18,9		18,4	17,3	16,5
		DP	4,6	3,6	4,4		3,3	2,2	1,6
		δ	a A	a A	a A		a A	a A	b A
FLu (μm)	C	M	13	11,5	12,7		11,8	10	8,9
		DP	4	3,2	3,9		3,4	2,5	1,7
		δ	a A	a A	a A		a A	b A	b A
	R	M	11,9	10,4	11,6		10,7	8,9	7,8
		DP	3,9	3,2	3,9		3,4	2,5	1,7
		δ	a A	a A	a A		a A	b B	b A
FWT (μm)	C	M	4,8	4,2	3,9		4,1	4,2	4,3
		DP	1,2	1,1	1,2		1,6	1,7	0,8
		δ	a A	a A	b A		a A	a A	a A
	R	M	4,2	4	3,7		3,8	4,1	4,3
		DP	0,8	0,8	1		0,9	1,1	0,7
		δ	a B	a A	b A		a A	a A	a A
VL (μm)	C	M	153	152	152		166	164	162

		DP	36,8	36,4	36,4		46,1	46,1	44,4
		δ	a A	a A	a A		a A	a A	a A
Ca/ind	O	Cerrado rupestre				Cerrado s.s.			
			348	349	350		1	2	3
VL (μm)	R	M	97,7	97,2	97,4		101,5	102,7	97,5
		DP	6,1	6,1	6,1		8,6	7,3	6,5
		δ	a B	a B	a B		a B	a B	a B
VDi (μm)	C	M	97,7	97,2	97,4		101,4	100	97,9
		DP	6,1	6,1	6,1		8,5	7,3	6,9
		δ	a A	a A	a A		a A	a A	a A
	R	M	52,4	52	51,9		52,5	50,9	53
		DP	3	2,7	2,4		2,2	2,5	2,6
		δ	a B	a B	a B		a B	b B	a B
VDi (μm)	L	M	19,1	19,4	19,3		20,6	19,5	19,6
		DP	3,2	3	3,2		4,4	3,2	3
		δ	a C	a C	a C		a C	a C	a C
VDe (mm^2)	C	M	124	101,5	91		73	84,5	76
		DP	19,3	12,05	12,88		7,9	10,2	6,54
		δ	a A	b A	b A		a A	b A	a A
	R	M	140,5	118,5	105,5		63,5	62,5	66
		DP	13,6	16,8	17,7		5,9	5,9	6,6

		δ	a B	b B	b B		a B	a B	a B
IPD (μm)	C	M	3,8	3,6	3,5		3,9	3,5	3,8
		DP	1,1	0,8	1,2		0,9	0,6	1,1
		δ	a A	a A	a A		a A	a A	a A
			Cerrado rupestre				Cerrado s.s.		
Ca/ind	O		348	349	350		1	2	3
	R	M	3,7	3,5	3,4		3,8	3,7	3,6
		DP	1,1	0,8	1,2		0,9	0,8	1,4
		δ	a A	a A	a A		a A	a A	a A
PVPD (μm)	C	M	3,8	3,4	3,6		3,9	3,6	3,8
		DP	1	0,6	1,2		1	0,7	1
		δ	a A	a A	a A		a A	a A	a A
	R	M	3,7	3,5	3,4		3,7	3,7	3,6
		DP	1,1	0,8	1,2		0,9	0,8	1,2
		δ	a A	a A	a A		aA	aA	aA
RH (μm)	C	M	121	120	123		122	120	115
		DP	30,5	25,6	27,1		23,5	23,6	27,2
		δ	a A	a A	a A		a A	a A	a A
	R	M	117	111	118		117	116	116
		DP	28,9	29,4	27,4		27,7	27,9	28,2
		δ	a A	a A	a A		a A	a A	a A
RW (μm)	C	M	28,8	28,5	28,3		29,4	27,5	29,2

		DP	4,8	4,3	4		3,5	3,6	4,4
		δ	a A	a A	a A		a A	a A	a A
	R	M	19,5	20,5	19,2		21,4	18,7	20,5
		DP	5	4,9	4,8		5	5,2	4,9
		δ	a B	a A	a A		a B	a B	a B

Quando comparado os ambientes, foi observado que a largura e lume das fibras são maiores no cerrado rupestre. Já os vasos são mais compridos, largos e de menor densidade no cerrado *s.s.* (Tabela 3).

Tabela 3. Análise estatística do caule principal da espécie *Palicourea rigida* por ambiente. M= média; DP= desvio padrão; FL= comprimento de fibra; FW= largura de fibra; FLu= lume de fibra; FWT= espessura da parede de fibra; VL= comprimento de vaso; VDi= diâmetro de vaso; VDe= densidade de vaso; IPD= pontuação intervascular; RVPD= pontuação radio-vascular; RH= altura de raio; RW= largura de raio; VeLfDi= diâmetro de vaso da folha.*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Student a 5% de significância.

Característica	cerrado rupestre			cerrado <i>s.s.</i>			T-student 5%
	M	\pm	DP	M	\pm	DP	
FL (μm)	474		23,96	485		19,1	AA
FW (μm)	21,0		23,1	18,6		8,4	AB
FLu (μm)	12,4		14,1	10,2		8,1	AB
FWT (μm)	4,3		1,5	4,2		1,5	AA
VL (μm)	152		130	164		203	AB
VDi (μm)	97,4		36,3	99,8		58,2	AB
VDe (mm^2)	107		477	76,9		92,8	AB
IPD (μm)	3,6		1,0	3,7		1,0	AA

RVPD (μm)	3,6	0,9	3,7	1,0	AA
RH (μm)	121	73,1	119	61,5	AA
RW (μm)	28,5	21,4	28,7	15,2	AA
VeLfDi (μm)	19,3	9,8	19,9	14,7	AA

Para a análise do componente principal (PCA), utilizou-se somente os dados quantitativos, pois os qualitativos pouco variaram. Na PCA, a espécie ficou separada dois grupos, as que foram coletadas em no cerrado rupestres e as coletadas no cerrado *s.s.* (Fig. 11).

Figura 11. Análise de componentes principais (PCA). •= indivíduos do cerrado rupestre; +=indivíduos do cerrado *s.s.* FL= comprimento de fibra; FW= largura de fibra; FLu= lume de fibra; FWT= espessura da parede de fibra; VL= comprimento de vaso; VDi= diâmetro de vaso;

VDe= densidade de vaso; IPD= pontoação intervascular; RVPD= pontoação radio-vascular; RH= altura de raio; RW= largura de raio; VeLfDi= diâmetro de vaso da folha.

Duas variáveis explicaram 72,49% da variância total (Tabela 4) para as espécies de ambas as procedências. O eixo 1 respondeu por 44,93% da variância e foi influenciado pelas características: comprimento da fibra e vaso e, densidade de vaso e o eixo 2 respondeu por 27,56% da variância e foi influenciado pelas características: pontoações inter e radio-vasculares e largura de raio.

Tabela 4. Valores das variáveis do PCA, demonstrando a distribuição das características correlacionadas e diferenciadas. FL= comprimento de fibra; FW= largura de fibra; FLu= lume de fibra; FWT= espessura da parede de fibra; VL= comprimento de vaso; VDi= diâmetro de vaso; VDe= densidade de vaso; IPD= pontoação intervascular; RVPD= pontoação radio-vascular; RH= altura de raio; RW= largura de raio; VeLfDi= diâmetro de vaso da folha.

	PC 1	PC 2
FL (μm)	0.40907	-0.025348
FW (μm)	-0.31109	0.35871
FLu (μm)	-0.30485	0.27044
FWT (μm)	-0.11405	0.33805
VL (μm)	0.38771	0.013973
VDi (μm)	0.29343	0.11258
VDe (mm^2)	-0.37844	0.16765
IPD (μm)	0.19371	0.46625
RVPD (μm)	0.16887	0.47017
RH (μm)	-0.21233	0.13192
RW (μm)	0.17673	0.39649

VeLfDi (μm)	0.32855	0.17098
--------------------------	---------	---------

6. DISCUSSÃO

Características anatômicas qualitativas

A descrição anatômica da espécie *Palicourea rigida* desse trabalho corrobora com o encontrado na literatura para as características anatômicas da família Rubiaceae, tais como vaso pequenos e de alta frequência, placa de perfuração simples, pontoações guarnecidas, e presença de fibras septadas.

Os vasos pequenos em alta frequência para esta família reafirmam a descrição feita por Metcalfe e Chalk (1972) e Jansen et al. (2002). Para as Rubiaceae, a densidade de vasos por milímetro quadrado oscila consideravelmente, como evidenciado por León (2011), em um estudo com 31 espécies, podendo esta ser de 4-187 vasos/mm². Além disso essa característica pode ser influenciada pelo meio ambiente (Carlquist 1975, Baas 1987).

A presença de placas de perfurações simples encontradas neste trabalho, reafirma o que Metcalfe e Chalk (1972) mencionou sobre a anatomia da família. Segundo Wheeler e Baas (1991), as placas de perfuração simples são mais eficientes no caso de alta demanda de fluxo de água, decorrente de altas taxas de transpiração, observadas em regiões secas e quentes. Condições parecidas com as do cerrado *s.l.*

A espécie apresenta porosidade difusa e segundo Wheller et al. (2007), esta característica é comum para mais de 75% das espécies do mundo; além de ser altamente influenciada por fatores do ambientais (Burger 1979), sendo considerada de acordo com Eames (1961) e Gilbert (1940) uma característica mais primitiva do que outros tipos de porosidade, do ponto de vista evolutivo.

Segundo Worbes (1995) um período de dois ou três meses com precipitação abaixo de 60 mm é uma condição ambiental necessário para as espécies formarem anéis de crescimento em sua madeira. A área de estudo apresenta um período de seca com precipitação abaixo de 60mm por um período de 5 meses, mesmo assim a camada de crescimento da espécie estudada é mal

definida. Semelhante ao observado no trabalho de Marcati et al. (2006) estudando 48 espécies de cerrado, em que 33% das espécies tiveram a camada de crescimento mal definidas.

As fibras septadas foram observadas em grande quantidade. Jansen et al. (2002) em seu estudo de anatomia da madeira em Rubiaceae constatou que fibras septadas estão presentes em 25% dos gêneros e são restritas a 11 tribos. Na espécie desse estudo, vemos que no interior das fibras são encontrados grãos de amido, o que sugere que a fibra está atuando como uma célula de parênquima para armazenamento (Apezzato da Glória 2003).

Além das características citadas acima foram observadas em todos os indivíduos analisados, com certa frequência, as células perfuradas de raio, que podem ser vistas em cortes radiais, tangenciais ou macerados, interligando dois vasos e/ou conectam-se a outras células de mesma natureza, mediante placas de perfuração simples. A ocorrência dessas células em Rubiaceae foi relatada por Chalk e Chattaway (1933), Jansen et al. (1997), Sonsin et al. (2008) e León (2011), autores que vincularam a funcionalidade do caráter à condução de líquidos, conectando dois elementos vasculares adjacentes, de modo a favorecer o fluxo de seiva no xilema.

Diferença entre indivíduos do mesmo ambiente

Neste estudo, alguns indivíduos que foram coletados no mesmo ambiente foram estatisticamente diferentes. As características das fibras, largura, lume e espessura apresentaram variações entre os indivíduos do mesmo ambiente. No entanto, não há trabalhos que discutam essas variações entre os indivíduos, e não sabemos a idade das plantas que ainda poderiam estar produzindo madeira juvenil; que de acordo com Dickison (2000), essas são mais finas e curtas.

Foi encontrado menor diâmetro de vasos no ramo e maior densidade de vasos no caule para o indivíduo 2 do cerrado *s.s.*, neste caso foi observado que a planta apresentou valores intermediários em altura e diâmetro do caule quando comparado com as outras plantas dessa fitofisionomia. Já para as espécies de cerrado rupestre a densidade dos vasos só variou no caule do indivíduo 349 e teve valores intermediários as outras duas plantas coletadas, e neste caso essa espécie apresentou um valor menor em altura, mas maior diâmetro do caule quando comparado com as outras plantas dessa fitofisionomia. Não temos estudos que discutam a variação da

densidade de vasos em relação ao tamanho da árvore, no entanto, para o diâmetro é esperado que árvores mais baixas apresentem vasos mais finos, e geralmente essas árvores estão inseridas em ambientes mais secos (Olsen e Rosell 2012), no entanto a espécie não segue um padrão definido, muito provavelmente, pois apresentam altura e diâmetro muito próximo.

Variação axial

A variação axial entre caule, ramos e folha foi observada para todas as características fibra, vasos e somente largura para os raios, mas nem sempre foi estatisticamente diferente em todos os indivíduos. Segundo Longui (2011) quando for analisar padrões de anatomia do xilema deve ser levado em consideração a função do órgão, pois as árvores desempenham diversas funções simultaneamente.

O diâmetro dos vasos foi maior no caule, diminuindo em direção aos ramos e folhas. Já para a densidade de vasos o inverso ocorreu somente para os indivíduos do cerrado rupestre. Zimmermann (1978), Anfodillo et al. (2013) e Longui et al. (2017) afirmam que o diâmetro dos vasos diminui e a densidade aumenta no sentido base-topo, sendo estratégia da planta para a condução hídrica. Indicando uma redução potencial na condução de água até os ramos (Longui et al. 2012).

Para as características das fibras foram observados maior lume e comprimento de fibra no caule somente no indivíduo 2 do cerrado *s.s.* e maior espessura da parede das fibras para o indivíduo 348 do cerrado rupestre. No trabalho de Longui et al. (2012) estudando a espécie *Eriotheca gracilipes* de cerrado, foi observado que a largura e lume da fibra não apresenta variação entre caule e ramos, já a espessura da parede foi menor nos ramos. Em outro trabalho com 5 espécies de cerrado, Longui et al. (2017), observou que a espessura da fibra não seguiu um padrão para as cinco espécies estudadas. Neste estudo somente dois indivíduos dos diferentes ambientes apresentam variação, não sendo de comum ocorrência entre ambientes e indivíduos. Todos os indivíduos do cerrado *s.s.* tiveram maior largura de raio no caule, mas somente o indivíduo 348 do cerrado rupestre apresentou essa característica com diferença significativa. No trabalho de Longui et al. (2017), de cinco espécies de cerrado estudadas somente duas apresentaram essa mesma variação. Neste estudo, as árvores estavam em uma área plana, aberta

com incidência de vento, chegando à conclusão que essas mudanças estruturais seriam importantes para evitar a quebra das árvores pela ação do vento ou chuva. As espécies de cerrado rupestre estão em uma área mais aberta, sobre solo rochoso e com maior incidência de chuva, sendo necessário maior flexibilidade do caule nessa área, no entanto, as plantas são consideravelmente menores que no cerrado *s.s.*

Diferença entre ambientes (cerrado s.s. e cerrado rupestre)

Entre os ambientes somente foi observado um arranjo radial mais pronunciado nas espécies do cerrado *s.s.* É comum a baixa ocorrência de variações nas características qualitativas (Alves & Angyalossy-Alfonso 2000; Marcati 2001, Sonsin et al. 2012). E, por estarem dentro da mesma faixa de Cerrado, *sentido restrito*, qualitativamente as características pouco variaram.

Quantitativamente o comprimento, diâmetro e densidade de vasos e largura e lume de fibra apresentaram diferenças estatísticas.

Apesar de estatisticamente diferente, o diâmetro e comprimento de vaso de ambos os ambientes são considerados pequenos, na classificação da IAWA de 1989 (50-100 μ m e <350 μ m, respectivamente). Baas et al (1983) afirma que vaso com menor diâmetro e comprimento podem diminuir a condução hídrica, porém são mais seguros, pois diminui a possibilidade de ocorrência de embolismo induzido pelo ambiente seco. Foi observado que o cerrado rupestre apresenta maior densidade de vaso e, segundo os mesmos autores, em ambiente mais seco são encontrados vasos de menor diâmetro e maior frequência. Carlquist (2001) também apontou que a densidade de vaso diminui ao passo que o ambiente tendencia a fitofisionomia florestal, sendo percebido que essa medida é sensível a variações ambientais.

O cerrado rupestre apresenta valores superiores ao do cerrado *s.s.* com relação a largura e lume de fibra. De acordo com Woodrum et al. (2003) o lume das fibras afeta as propriedades mecânicas da madeira, sendo que quanto maior o lume menos resistente é essa madeira. No cerrado rupestre as árvores são mais baixas (menos de 1m de altura) quando comparadas com as do cerrado *s.s.* (acima de 1,90m). Segundo Woodcock e Shier (2003) árvore de maior altura e diâmetro apresenta maior variação radial.

No PCA foi observado que as amostras coletadas diferiram formando dois grupos, sendo o cerrado *s.s.* influenciado principalmente pelas características de comprimento de fibra e vaso, densidade e diâmetro de vaso, e o cerrado rupestre pela densidade de vaso, lume e espessura da parede das fibras. Provavelmente, o indivíduo 348 ficou mais afastado dos outros dois, pois este apresentou maior espessura de parede de fibras e raios mais largos, já menor diâmetro de vasos foi encontrado para o indivíduo 2, que estava mais afastado das outras plantas coletadas no mesmo ambiente.

7. CONCLUSÃO

- A descrição inédita da anatomia da madeira da espécie *Palicourea rigida* traz um adicional literário aos estudos da família Rubiaceae. A maior parte das características anatômicas observadas na espécie do estudo concorda, em linhas gerais, com a literatura para a família Rubiaceae
- As variações das características anatômicas da madeira foram observadas entre indivíduos de mesmo ambiente, mas não há um padrão.
- Quando comparados os ambientes, cerrado *s.s.* e cerrado rupestre, por estarem dentro da mesma faixa de Cerrado, *sentido restrito*, a espécie apresentou diferenças quantitativas, relacionadas aos vasos e fibras e somente uma diferença qualitativa relacionada ao arranjo de vasos. Ambas se mostrando adaptadas a um ambiente mais seco.
- A variação axial mostra uma diminuição no diâmetro dos vasos no sentido caule-folha, e aumento da densidade somente nos indivíduos do cerrado rupestre. As fibras e raios mostram diferenças que podem estar ligadas à altura das plantas, que por sua vez é determinada pela fitofisionomia em que estão inseridas.

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Adámoli J, Macêdo J. Azevedo, LG, Netto, M (1987) Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, W]. Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. [Planaltina: EMBRAPA-CPAC] São Paulo: Nobel. pp 33-98
- Alves ES, Angyalossy-Alfonso V (2000) Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. IAWA Journal. 4:3-30. DOI: 10.1163/22941932-90000311
- Appezato da Glória B, Carmello-guerreiro SM (2003) Anatomia vegetal.
- Anfodillo T, Petit G e Crivellaro A (2013) Alargamento de conduto axial em espécies lenhosas: um padrão anatômico ainda negligenciado. IAWA Journal 34:352-364
- Balbach A (1981) A flora nacional na medicina doméstica, São Paulo
- Baas P et al (1983) Some ecological trends in vessel characters. IAWA. 3:141-149. DOI: 10.1163/22941932-90000407
- Baas P (1987) Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. IAWA Bull. pp 245-274. DOI:10.1163/22941932-90001053.
- Burger LM (1979) Estudo anatômico do xilema secundário de sete espécies nativas do gênero *Dalbergia*, Leguminosae – Faboideae. Dissertação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Carlquist S (1975) Ecological strategies of xylem evolution. University of California Press. Berkeley and Los Angeles.
- Carlquist S (2001) Comparative wood anatomy. Berlin: Springer-Verlag.
- Chalk L, Chattaway MM (1933) Perforated ray cells. Oxford University, reino Unido.
- Conceição M (1980) As plantas medicinais nos anos 2000-001. Brasília.
- COPANT. Comissão Panamericana de Normas Técnica: descrição geral macroscópica e microscópica da madeira 1974. São Paulo
- Davis AP, Govaerts R, Bridson DM, Ruhssa, M, Moat J e Brummitt NA (2009) A global assessment of distribution, diversity, endemism and taxonomic effort in Rubiaceae. Annals of Missouri Botanical Garden 96:68-78. DOI: 10.3417/2006205
- Delprete PG (2004) Rubiaceae. In: Smith, NP et al Flowering plant families of the American tropics. Princeton University Press, New York. 328-333

- Delprete PG, Smith LB e Klein RB (2004) Rubiáceas - Gêneros de A-G: 1. *Alseis* até 19. *Galium*. (com observações ecológicas). Santa Catarina, Brasil: pp. 1- 344
- Delprete PG, Smith LB, Klein RB (2005) Rubiáceas - Gêneros de G-Z: 20. *Gardenia* até 46. *Tocoyena* (com observações ecológicas). Santa Catarina, Brasil: pp. 345-843
- Delprete PG e Jardim JG (2012) Systematics, taxonomy and floristics of Brazilian Rubiaceae: an overview about the current status and challenges. *Rodriguésia* 63:101-128. DOI: 10.1590/S2175-78602012000100009
- Dickison WC (2000) Integrative Plant Anatomy. San Diego: Harcourt Academic Press: pp 533
- Eames AJ (1961) Morphology of the Angiosperms. New York: McGraw-Hill: pp 518
- Esau K (1976) Anatomia das plantas com sementes. São Paulo, Edgard-Blücher.
- Fedalto LC, Mendes ICA e Coradin VT (1989) Madeiras da Amazônia. Descrição do lenho de 40 espécies ocorrentes na floresta nacional de Tapajós. Brasília, IBAMA.
- Gleason HA, Cronquist A (1968) The Pteridophyta, Gymnospermae and Monocotyledoneae. The New Britton and Brown Illustrated Flora of the North eastern United States and Adjacent Canada: New York: 1:1-482. DOI: 10.21135/893273651.001
- Grandi TSM et al (1989) Plantas medicinais de Minas Gerais, Brasil. DOI: 10.1590/S0102-33061989000300018
- Hacke G e Sperry JS (2001) Anatomia funcional e ecológica do xilema. Perspectivas em ecologia vegetal, evolução e sistemática. Universidade de Utah, Salt Lake: pp. 97-115. DOI: 10.1078/1433-8319-00017
- Honjo K, Furukawa I, Sahri M H (2005) Radial variation of fiber length increment in *Acacia mangium*. *IAWA journal*. 3:339-352. DOI: 10.1163/22941932-90000119
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Mapas de Biomas e Vegetação. Disponível em < <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm> > Acessado em 22 de novembro de 2018
- Jansen S, Robbrecht E, Beekman H, Smets E 2002 A survey of the systematic wood of the Rubiaceae. *IAWA*. 1:1-57. DOI: 10.1163/22941932-90000288
- Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA 2009 Sistemática vegetal: Um enfoque Filogenético. Porto Alegre: pp. 328-333.

- Goulart SL et al 2015 Anatomia do lenho de raiz, tronco e galhos de Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville). São Paulo, Brasil. DOI: 10.1590/01047760201521021627
- Gilbert SG 1940 Evolutionary significance of ring porosity in the wood of angiosperms. Botanical Gazette. 102:105-120
- León H, Williams J 2011 Anatomía de la madera de 31 especies de Rubiaceae en Venezuela. Caracas, Venezuela. Acta Botanica Venezuelica. 34(2):347-379
- Longui EL et al 2009 Anatomia comparada da madeira de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) JFMacbr. em dois tipos de vegetação. Hoehnea 36: 715-724. DOI: 10.1590/S2236-89062009000400010.
- Longui EL et al. 2012 Root-branch anatomical investigation of *Eriotheca gracilipes* young trees: a biomechanical and ecological approach. Scientia Forestalis. pp: 23-33
- Longui EL et al 2011 Estrutura do lenho de *Plathymenia reticulata* e algumas implicações na eficiência hidráulica e resistência mecânica. Scientia Forestalis .40:23-33. DOI: 10.5380/rf.v42i2.19524
- Longui EL et al 2017 Root to branch wood anatomical variation and its influence on hydraulic conductivity in five Brazilian Cerrado species. 38:183-193. DOI: 10.4067/S0717-92002017000100018.
- Loureiro AA, Silva MF 1968 Catálogo das madeiras da Amazônia. Belém, Brasil.
- Machado SR, Angyalossy-Alfonso V, Morretes BL (1997) Anatomia comparada da madeira da raiz e do caule em *Styrax camporum* (Styracaceae). IAWA Journal 8:13-25. DOI: 10.1163/22941932-90001454
- Gavilanes ML et al (2016) Leaf micromorphometry of *Palicourea rigida* Kunth. (RUBIACEAE) from Brazilian cerrado and campo rupestre environments. Minas Gerais, Brasil. 22: 163-170. DOI: 10.1590/01047760201622022070
- Marcati CR (1992) Estudo da anatomia e das propriedades tecnológicas da madeira de angico vermelho (*Piptadenia peregrina Benth.*). Dissertação, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais

- Marcatti CR et al (2006) Camadas de crescimento em espécies lenhosas de cerrado: ocorrência e marcadores anatômicos. *Biota Neotrop.* 3:1-31. DOI:10.1590/S1676-06032006000300001.
- Mendonça ACAM, Silva MAP, Seixas ENC, Santos MAF (2013) Rubiaceae: aspectos ecológicos e reprodutivos. *Caderno de Cultura e Ciência* 12:8-19. DOI: 10.14295/cad.cult.cienc.v12i2.630
- Metcalfe CR, Chalk L (1972) *Anatomy of the dicotyledons: systematic anatomy of leaf and stem with a brief history of the subject.* Clarendon Press, Oxford
- Olson ME, Rosell JA (2012) Vessel diameter–stem diameter scaling across woody angiosperms and the ecological causes of xylem vessel diameter variation. *197:1204-1213.* DOI: 10.1111/nph.12097
- Corrêa MP (1984) *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.* Rio de Janeiro, Rio de Janeiro
- Ribeiro JF, Walter BMT 2008 *As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. Cerrado: Ecologia e Flora.* Embrapa de Brasília, Brasil: pp 103-136
- Rubiaceae in *Flora do Brasil 2020 em construção.* Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB20795>>. Acesso em: 20 Nov. 2018
- Santos e Sousa WC et al. (2017) Variações das propriedades físicas do lenho de Marupá (*Simarouba* spp.) nos sentidos axial e radial. Pará, Brasil
- Silva LB et al (2011) Comparative study of *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth and *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae-Mimosoideae) wood in the caatinga of Northeast Brazil. *Acta Bot. Bras.* 2: 301-314. Salvador, Bahia. DOI: 10.1590/S0102-33062011000200006
- Silva, LB e Freitas HMB (1998) *Texto Acadêmico - Os Vegetais e a Água.* UFBA / Projeto Qualibio, Salvador
- Sonsin JO e t al (2008) Perforated ray cells in the wood of roots and branches of Cerrado species from Brazil. *IAWA Journal.* 3:291-299. DOI: 10.1163/22941932-90000187
- Taylor CM (1997) *Conspectus of the genus Palicourea* (Rubiaceae: Psychotrieae) with the description of some new species from Ecuador and Colombia. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 84:224-262. DOI: 10.2307/2400003

- Tokarnia CH, Peixoto PV, e Döbereiner J (1986) Intoxicação experimental por *Palicourea marcgravii* (Rubiaceae) em ovinos. 1:52-56
- Tokarnia CH, Peixoto PV e Döbereiner J (1991) Intoxicação experimental por *Palicourea marcgravii* (Rubiaceae) em caprinos. *Pesq. Vet. Bras*: 3:209-215
- Tokarnia CH, Brito MF, Barbosa JD, Peixoto PV e Döbereiner J (2012) Plantas que afetam o funcionamento do coração. *Rio de Janeiro* 7:1239-1249
- Water BMT (2006) Fitofisionomias do bioma cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. Tese. Universidade de Brasília, Brasília: pp 389
- Wheeler EA, Baas P (1991) A survey of the fossil record for Dicotyledonous Wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. *IAWA Bulletin* 12:275-332. DOI: 10.1163/22941932-90001256
- Woodrum CL et al 2003 Hydraulic, biomechanical, endo anatomical interactions of xylem from five species of *Acer*. *Michigan, United States of America* 5: 693–699. DOI: 10.3732/ajb.90.5.693
- Woodrum CL, Shier AD 2003 Does canopy position affect wood specific gravity in temperate forest trees? *Maona, Hawaii* 5:529-537. DOI: 10.1093/aob/mcg054
- Zenid GJ, Ceccantini GCT 2007 Identificação macroscópica de madeiras. São Paulo
- Zimmermann MH 1978 Exigências estruturais para condução ótima de água em galhos de árvores. Em: Tomlinson, PB & Zimmermann, MH (eds.). *Árvores tropicais como sistemas vivos*. Cambridge University Press, Cambridge: pp. 517-537.