



MILENA DE LIMA SALES JANUÁRIO

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE FOLHAS
DE *Diplusodon myrsinites* DC. (LYTHRACEAE) OCORRENTE
EM DIFERENTES AMBIENTES DE CERRADO**

LAVRAS-MG

2022

Milena de Lima Sales Januário

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE FOLHAS DE *Diplusodon myrsinites* DC.
(LYTHRACEAE) OCORRENTE EM DIFERENTES AMBIENTES DE CERRADO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Marinês Ferreira Pires Lira

Orientadora

LAVRAS-MG

2022

Januário, Milena de Lima Sales.

Caracterização anatômica de folhas de *Diplusodon myrsinites* dc. (lythraceae) ocorrente em diferentes ambientes de cerrado / Milena de Lima Sales Januário. - 2022.

32 p. : il.

Orientador(a): Marinês Ferreira Pires Lira.

Monografia (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Anatomia Foliar. 2. Fitofisionomia. 3. Variação ambiental. I. Lira, Marinês Ferreira Pires. II. Título.

Milena de Lima Sales Januário

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE FOLHAS DE *Diplusodon myrsinites* DC.
(LYTHRACEAE) OCORRENTE EM DIFERENTES AMBIENTES DE CERRADO**

**ANATOMICAL CHARACTERIZATION OF LEAVES OF *Diplusodon myrsinites* DC.
(LYTHRACEAE) OCCURRING IN DIFFERENT ENVIRONMENTS OF
CERRADO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovada em 25 de abril de 2022.

Prof. Dr. Thiago Alves Magalhães UFLA

Mestre Fernanda de Oliveira UFLA

Mestre Mariana Virgínia de Freitas Dias UFLA

Profa. Dra. Marinês Ferreira Pires Lira
Orientadora

*A todos que me apoiaram e estiveram
presentes ao longo dessa caminhada.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder a vida, e por me dar força e saúde para superar as dificuldades.

À Universidade Federal de Lavras e principalmente ao Setor de Botânica, que foram essências para o meu processo de formação profissional.

Aos meus pais por terem me ensinado os valores mais preciosos, por me apoiarem e me incentivar nos estudos. A minha mãe Marcia, por não me deixar desistir, me incentivar e me encorajar a realizar os meus sonhos. Ao meu pai Marcos, por me ensinar que não desistir é uma virtude, sua determinação e superação me ensinaram que somos capazes, independente das circunstâncias.

Aos meus irmãos, Marcos e Monique, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência, obrigada por me ensinarem que assumir riscos geram grandes oportunidades, vocês são minha motivação.

Aos meus avós, Francisca, José, Marcelino e Noêmia, que tanto me ensinaram sempre, obrigada por todo carinho, paciência, conforto e todas as histórias que levarei para a vida. Aos familiares, em especial as minha tias Aline e Vânia, obrigada por vibrarem comigo em todas as conquistas. Ter uma família, com quem pude contar nas horas boas e ruins, foi fundamental.

As amigas que tive o prazer de dividir casa, Bruna, Isabela, Julia, Lara, Lavínia, Maria Fernanda, Thagillys, e Vitória, por terem sido minha família por todos esses anos.

Aos meus amigos, amigas e companheiros Bianca, Letícia, Luana, Viviane, Pedro, Vitor e Yuri, parceiros que escolhi para a vida, por sempre estarem ao meu lado, me aconselhando, me dando forças e motivação, o companheirismo e a troca de experiências que tivemos permitiu o meu amadurecimento pessoal e profissional.

A minha orientadora Marinês, por ter apoiado, ajudado e incentivado todos esses anos de laboratório, foi com você que aprendi a olhar para a botânica com amor, e me fez extremamente realizada com o curso.

A todos os Professores do curso Ciências Biológicas, por todo conhecimento e aprendizado.

MUITO OBRIGADA!

*O sucesso não acontece por acaso. É trabalho duro, perseverança,
aprendizado, estudo, sacrifício e, acima de tudo, amor
pelo que que você está fazendo ou aprendendo a fazer.*

RESUMO

O Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito possui um complexo mosaico composto por manchas de florestas, cerrado e de campo rupestre, que apresentam características ambientais contrastantes. Apesar destas variações ambientais, *Diplusodon myrsinites* pode ser encontrada nestas diferentes fisionomias. Com isso, o objetivo nesse estudo foi analisar as características anatômicas foliares de indivíduos ocorrentes em diferentes áreas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras-MG. Para isso foram coletadas as folhas de cinco indivíduos em 3 áreas distintas: (Área 1) Cerrado *stricto sensu*; (Área 2) transição Mata-Cerrado; e (Área 3) Campo Rupestre. As folhas coletadas foram fixadas em etanol 70%, sendo realizada posteriormente seções transversais e paradérmicas, que foram utilizadas para as análises quantitativas e qualitativas. Durante o campo foi realizada a medição de forma indireta o teor de clorofila, utilizando o SPAD. Também foram realizadas as medições de área foliar, área foliar específica e massa seca. Na análise qualitativa notamos a presença de epiderme unisseriada, revestida externamente por uma camada delgada de cutícula. Nas seções paradérmicas, observou-se células epidérmicas comuns com paredes de contorno levemente sinuoso, formato poligonal irregular, aleatoriamente orientadas. A nervura central é ligeiramente protuberante, com feixes vasculares bicolaterais, sendo o xilema pouco desenvolvido, com presença de parênquima fundamental e idioblastos cristalíferos no lado abaxial e adaxial da nervura, tendo presença de cristais de oxalato de cálcio. Na lâmina foliar, observou-se de duas a três camadas de parênquima paliçádico e de parênquima esponjoso, com mesofilo dorsiventral e em alguns pontos mesofilo isobilateral. A análise quantitativa evidenciou diferenças nas características estomáticas e nos parênquimas fotossintetizantes, observadas entre os ambientes, que podem representar ajustes às variações na disponibilidade hídrica e de radiação, favorecendo a ocorrência da espécie.

Palavras-chave: Anatomia Foliar; Fitofisionomia, variação ambiental.

ABSTRACT

The Quedas do Rio Bonito Ecological Park has a complex mosaic composed of patches of forests, savannah and rocky fields, which present contrasting environmental characteristics. Despite these environmental variations, *Diplusodon myrsinites* can be found in these different physiognomies. Thus, the objective of this study was to analyze the leaf anatomical characteristics of individuals occurring in different areas in the Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras-MG. For this, the leaves of five individuals were collected in 3 different areas: (Area 1) Cerrado *strictu sensu*; (Area 2) Mata-Cerrado transition; and (Area 3) Rupestre Field. The leaves were collected and fixed in 70% ethanol, and transverse and paradermal sections were subsequently performed, and used for quantitative and qualitative analyses. During the field, the chlorophyll content was indirectly measured using the SPAD. Leaf area, specific leaf area and dry mass were also measured. In the qualitative analysis, we noticed the presence of uniseriate epidermis, coated externally by a thin layer of cuticle. The midrib is slightly protuberant, with bilateral vascular bundles, and the xylem is poorly developed, with the presence of fundamental parenchyma and crystalliferous idioblasts on the abaxial and adaxial sides, with the presence of calcium oxalate crystals. In the leaf blade, two to three layers of palisade parenchyma and spongy parenchyma were observed, with dorsiventral mesophyll and in some points isobilateral mesophyll. Quantitative analysis showed differences in stomatal characteristics and photosynthetic parenchyma observed between environments, which may represent adjustments to variations in water and radiation availability, favoring the occurrence of the species.

Keywords: Foliar Anatomy; Phytophysiognomy; environmental variation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Extensão do Territorial do Cerrado Original.....	2
Figura 2 - Imagem adaptada de <i>Diplusodon myrsinites</i> :	4
Figura 3 - Fisionomia vegetal no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras-MG, mostrando as três áreas de coleta do material botânico. A: Área de Cerrado; B: Área de transição; e C: Área de Campo Rupestre	6
Figura 4 - Características das folhas de <i>Diplusodon myrsinites</i> , coletadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG.....	10
Figura 5 - Características das células epidérmicas na face adaxial (A) e abaxial (B) das folhas de <i>Diplusodon myrsinites</i> , coletadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG. CE, células epidérmicas comuns; EST, estômatos. Barras: 50 µm.....	11
Figura 6 - Variação anatômica na lâmina foliar de de <i>Diplusodon myrsinites</i> , coletadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG. A- Cerrado stricto sensu; B- Transição Mata-Cerrado e C- Campo Rupestre. Barras: 50 µm.....	11

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Características dos tecidos foliares de *Diplusodon myrsinites* ocorrente em diferentes ambientes de Cerrado. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% 13
- Tabela 2 - Características dos estômatos de *Diplusodon myrsinites* ocorrente em diferentes ambientes de Cerrado. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% 13
- Tabela 3 - Dados de área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$), área foliar (cm^2), teor de clorofila (mg dm^{-2}) e massa seca(g) em folhas de *Diplusodon myrsinites* coletadas em diferentes ambientes. 14

LISTA DE SIGLAS

C	Cerrado <i>stricto sensu</i>
CP	Campo Rupestre
DEAB	Densidade estomática na face abaxial da epiderme foliar
DEAD	Densidade estomática na face adaxial da epiderme foliar
DPAB	Diâmetro polar dos estômatos na face abaxial da epiderme foliar
DPAD	Diâmetro polar dos estômatos na face adaxial da epiderme foliar
DQAB	Diâmetro equatorial dos estômatos na face abaxial da epiderme foliar
DQAD	Diâmetro equatorial dos estômatos na face adaxial da epiderme foliar
EPAB	Espessura da epiderme na face abaxial
EPAD	Espessura da epiderme na face adaxial
F	Espessura do floema da nervura central
LF	Limbo foliar
TCM	Transição Mata/Cerrado
PE	Parênquima esponjoso
PP	Parênquima paliçádico
XL	Espessura do xilema da nervura central

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	2
2.1 Cerrado Brasileiro.....	2
2.2 Cerrado strictu sensu	3
2.3 Campo Rupestre	3
2.4 <i>Diplusodon myrsinites</i> DC.....	4
3. HIPÓTESE	6
4. OBJETIVOS	6
5. METODOLOGIA	6
5.1 Coleta do Material.....	6
5.2 Análise dos tecidos foliares internos	7
5.3 Análise da epiderme foliar	8
5.4 Teor de Clorofila	8
5.5 Área foliar, Área foliar específica e Massa Seca.....	8
5.6 Análises estatísticas	8
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
6.1 Análise qualitativa da anatomia foliar	9
6.2 Análise quantitativa da anatomia foliar	12
7. CONCLUSÃO	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

1. INTRODUÇÃO

A região do Alto do Rio Grande está localizada ao sul do Estado de Minas Gerais e possui uma vegetação formada por um mosaico composto de campo rupestre, cerrado *strictu sensu* e manchas de florestas. Essa variação ocorre, pois, a região se encontra em uma área de transição entre os cerrados centrais do Brasil e as florestas semidecíduais do sudeste e sul do país, assim como, essa transição encontra-se em pleno domínio da serra da Mantiqueira, cujo relevo acidentado promove variação ambiental e vegetacional. O Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito é uma amostra significativa da vegetação primária do Alto do Rio Grande, pois nele encontramos suas fisionomias bem representadas e preservadas, conseqüentemente se tem uma grande diversidade de espécies (OLIVEIRA-FILHO e FLUMINHAM-FILHO, 1999). Devido a sua grande biodiversidade encontramos inúmeras famílias vegetais e animais, incluído a família Lythraceae.

A família Lythraceae é composta por 28 gêneros e apresenta cerca de 600 espécies, de modo geral, sendo lenhosas, como subarbustos, arbustos, árvores pequenas e altas, e raramente encontradas como plantas herbáceas. O gênero *Diplusodon* é considerado o segundo maior gênero da família, com cerca de 80 espécies endêmicas dos Cerrados Brasileiros (CAVALCANTI, 2007). Entre estas espécies endêmicas do Cerrado, temos *Diplusodon myrsinites* DC., que possui as folhas pequenas com folhagem laxa e ramos virgados, segmentos do epicálice mais curtos e patentes e os perfis maiores, (CAVALCANTI, 2004).

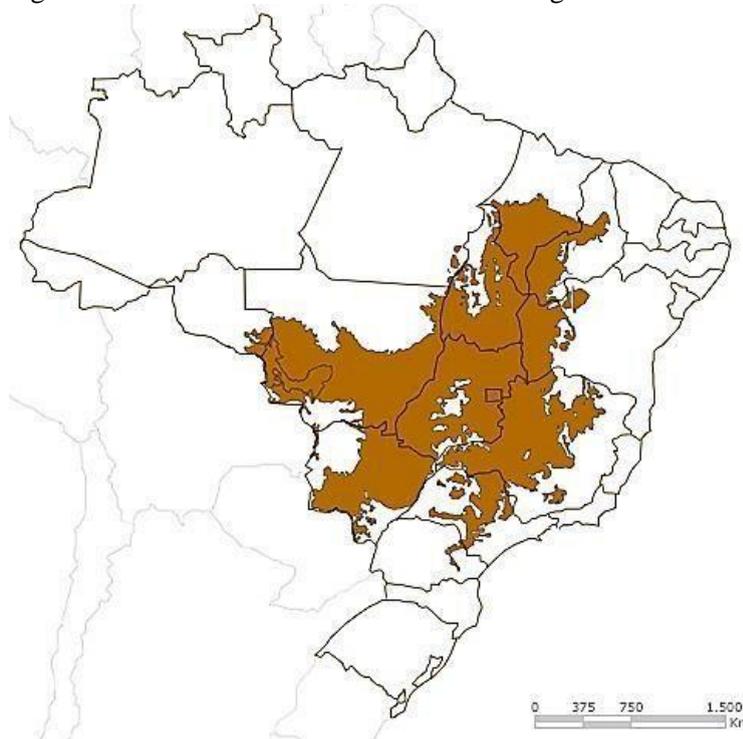
Considerando a devastação que o Cerrado vem sofrendo nas última décadas, tendo como consequência grande perda da biodiversidade, caracterizar as espécies, especialmente as endêmicas, é fundamental na busca por estratégias de recuperação e conservação destas formações vegetais. Além disso, os estudos relacionados com a anatomia foliar podem contribuir para outras áreas da botânica, como por exemplo, a ecologia, fisiologia, morfologia e taxonomia. Pois compreender a estrutura interna da planta, pode explicar as adaptações que as espécies sofrem quando se tem uma variação ambiental (GAVILANES et al, 2016), como as observadas nas diferentes fisionomias do Cerrado. Assim, este estudo visou conhecer a estrutura anatômica das folhas de *Diplusodon myrsinites* DC, uma espécie endêmica do Cerrado, buscando entender como a espécie se ajusta aos diferentes ambientes de ocorrência.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cerrado Brasileiro

O Cerrado ocupa cerca de 21 % do território brasileiro, sendo considerado o segundo maior bioma do Brasil, ficando atrás apenas da Amazônia (CASTRO, 2003; MEDEIROS, 2011; NUNES; TRALDI, 2015). Em virtude de sua vasta extensão e posição geográfica, o Cerrado apresenta grande variedade de altitude, formação litológica, relevos e solos (PEREIRA; VENTUROLI; CARVALHO, 2011). Estima-se que o Cerrado original possuía 2 milhões de km², sendo distribuído nos estados de Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Piauí, Rondônia, São Paulo, Tocantins (RODRIGUES-DAS-DÔRES, 2007; FERNANDES; PÊSSOA, 2011; NUNES; TRALDI, 2015).

Figura 1 - Extensão Territorial do Cerrado Original.



Fonte: Nunese Traldi (2015).

O clima do Cerrado é considerado estacional, ou seja, possui um período seco e um período úmido. O período de seca se estende nos meses de abril a setembro e os de chuva de outubro a março. Tendo precipitação pluviométrica média anual de 1.500mm, e temperaturas médias entre 22° a 27°C (KLINK, 2005).

Ele possui uma fisionomia bastante variável, tendo onze principais tipos de vegetação,

sendo elas divididas em formações campestres (Campo limpo, campo sujo e campo rupestre), florestais (Cerradão, mata seca, mata ciliar e mata de galeria) e savânicas (Cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral e vereda), podendo elas serem subdivididas (RIBEIRO E WALTER, 1998).

Estima-se que no Cerrado ocorra mais de 10.000 espécies de plantas, das quais cerca de 4.400 são endêmicas. Quando falamos de animais o Cerrado abriga 1.268 espécies, sendo 117 endêmicas desse bioma (PINTO e DINIZ-FILHO, 2005). De acordo com cálculos, o Cerrado é responsável por cerca de 5% da biodiversidade mundial (PIRES, 1999).

Porém, com o aumento da população e exploração de terras para plantio e gado nas últimas quatro décadas, se teve uma perda de cerca de 80% da área total do Cerrado, restando apenas 20% da sua vegetação primária (Klink e Moreira, 2002). Apenas 4,1% do presente bioma encontra em unidades de conservação, sendo apenas 2,2% de proteção integral (Klink e Moreira, 2005). Dessa forma, conhecer as espécies que ocorrem de forma exclusiva no Cerrado, como *Diplusodon myrsinites* se faz necessário na busca por estratégias de recuperação, conservação e redução na perda da biodiversidade.

2.2 Cerrado strictu sensu

O Cerrado *strictu sensu* corresponde a cerca de 70% de todo o bioma Cerrado, tendo sua paisagem vegetal composta por gramíneas, e estrato de árvores e arbustos tortuosos (EITEN 1994). A distribuição vegetal é afetada diretamente por conta das frequentes queimadas, a distância até os lençóis freáticos e a fatores antrópicos (RIBEIRO & WALTER 1998). Além disso, por ocorrer geralmente associado a solos profundos e relevo plano, esta fisionomia se caracteriza pelo baixo porte de seu estrato arbóreo pouco denso (RIBEIRO & WALTER, 2008), o que torna sua supressão facilitada, e sob forte pressão antrópica (OLIVEIRA et al., 2015).

2.3 Campo Rupestre

Os Campos Rupestres ocupam cerca de 1% de todo o território nacional, tendo destaque em Minas Gerais e na Bahia, e sendo inserido dentro da fisionomia campestre do domínio Cerrado. (AZEVEDO & VAN DEN BERG, 2007; GASTAUER et al., 2012). Ocorrem em regiões montanhosas com altitudes a cima de 900 metros, com solos rasos e que possuem baixa retenção hídrica, sendo pobres em nutrientes e com relevo bem acidentado (BENITES et al., 2003; CONCEIÇÃO & PIRANI, 2005; NETO, 2011; VASCONCELOS, 2011). Sua vegetação é formada por campos com herbáceas e afloramentos rochosos onde se tem arbustos, subarbustos e ervas (RIBEIRO & WALTER, 1998; CONCEIÇÃO & GIULUETTI, 2002; CONCEIÇÃO & PIRANI, 2006; RIBEIRO et al., 2007; RAPINI et al., 2008;).

2.4 *Diplusodon myrsinites* DC.

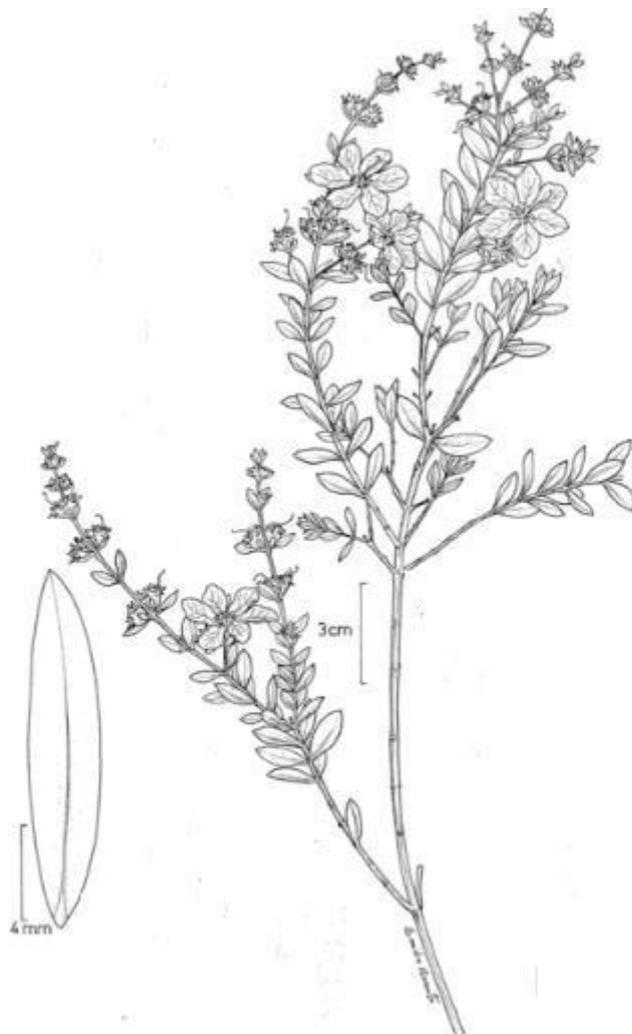
A família Lythraceae é composta por 28 gêneros e 600 espécies que ocorrem ao redor de todo o mundo (Graham, 2007, Graham e Graham 2014). Dentre os gêneros, 11 ocorrem no Brasil, sendo *Cuphea* e *Diplusodon* respectivamente os dois maiores. Podem ser árvores, arbustos ou ervas, anuais e perenes, de habitats variados (Cavalcanti e Grahm, 2002). Segundo Koehne (1903), a família Lythraceae possui “folhas inteiras opostas, um tubo floral persistente, perígino, campanulado a tubular, com pétalas enrugadas na margem, dois verticilos de estames inseridos profundamente no tubo e um fruto capsular de muitas sementes.

O gênero *Diplusodon* possui nome com origem grega com significado de dentes duplos, devido à presença do verticilo de cálice e epicálice nas flores da maioria das espécies representantes desse gênero. Ele é exclusivo do Cerrado e suas espécies em sua maioria perdem grande parte de suas folhas na época reprodutiva, e conseguem se manter perenes por conta de seus xilopódios (CAVALCANTI, 2007).

De modo geral, as plantas que compõem esse gênero podem ser caracterizadas por plantas com folhas opostas, com flores regulares, hexâmeras e periginas, com duas bractéolas e um epicálice com seis apêndices. Seu androceu pode ser isostêmone, ondiplostêmone ou polistêmone (CAVALCANTI, 1995). O gineceu é bicarpelar e unilocular com um septo incompleto. O fruto é uma capsula septicida com sementes aladas (CAVALCANTI, 2004).

Dentre as espécies presentes no gênero *Diplusodon*, está inserida *Diplusodon myrsinites*, que possui as folhas pequenas e glabras, com, geralmente, 5 a 12 mm de largura, folhagem laxa com ramos virgados, segmentos do epicálice mais curtos e patentese os perfílos maiores, alcançando até a metade do tubo floral (CAVALCANTI, 2004).

Figura 2 - Imagem adaptada de *Diplusodon myrsinites*:



Fonte: Cavalcanti 2022 (The genus *Diplusodon*, pag 285).

3. HIPÓTESE

Indivíduos de *Diplusodon myrsinites* DC. (Lythraceae) oriundos de diferentes ambientes de Cerrado apresentam variações nas estruturas foliares, o que podem favorecer a sua ocorrência em diferentes fitofisionomias.

4. OBJETIVOS

Analisar quais variações estruturais nas folhas de *Diplusodon myrsinites* DC podem ter maior relação com ocorrência e endemismo da espécie nos diferentes ambientes de Cerrado.

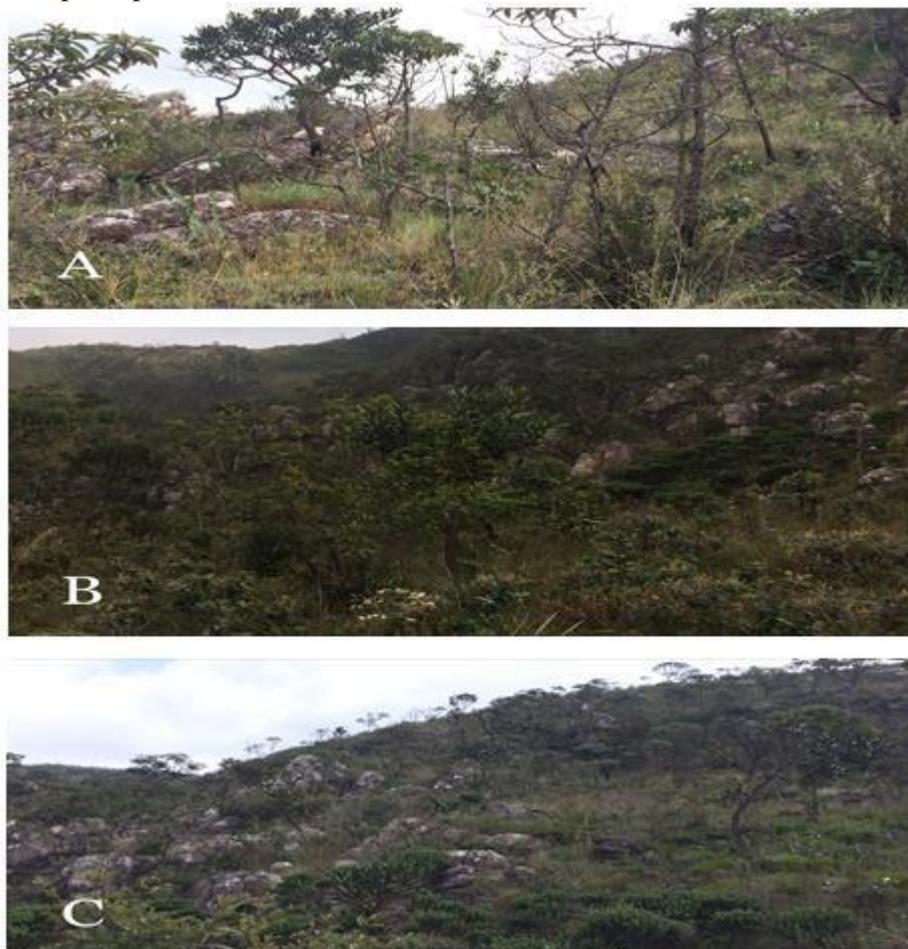
5. METODOLOGIA

5.1 Coleta do Material

As coletas foram realizada nos meses de Maio e Outubro de 2019, no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, localizado no município de Lavras-MG. Foi coletado material de cinco indivíduos em três áreas distintas: (Área 1) área de Cerrado *strictu sensu*; (Área 2) área de transição Mata-Cerrado; e (Área 3) área de Campo Rupestre.

Folhas completamente expandidas, livres de patógenos e herbívoros foram selecionadas para a realização das análises. Para as análises anatômicas, as folhas foram conservadas após em etanol 70%.

Figura 3 - Fisionomia vegetal no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras-MG, mostrando as três áreas de coleta do material botânico. A: Área de Cerrado *strictu sensu*; B: Área de transição; e C: Área de Campo Rupestre.



Fonte: Januário, 2019.

5.2 Análise dos tecidos foliares internos

As secções transversais foram obtidas a partir de fragmentos da região mediana das folhas, que foram submetidos a uma série etanólica crescente de desidratação (70%, 80%, 90% e 100%), em temperatura ambiente de acordo com Johansen (1940). Em seguida o material foi imerso em solução de pré-infiltração, composta por etanol 100% e resina base (1:1), passando por 3 vácuos de 5 minutos; o material ficou imerso por 43 horas. Após esse período, prosseguiu-se a infiltração em resina pura por um período de 20 dias à 4°C. Para a polimerização foi utilizado, para cada 15 ml de resina pura ativada, 1 ml de endurecedor (hidroxietilmetacrilato, Leica, Heidelberg). Secções transversais foram realizadas em micrótopo rotativo semiautomático, em espessura de 8 μm , sendo em seguida coradas com Azul de Toluidina 1%, Ph 6,7 (FEDER; O'BRIEN, 1968) e montadas em lâminas permanentes.

As secções transversais foram fotografadas em microscópio óptico com câmera digital acoplada e as análises foram feitas por meio do software ImageJ, permitindo a medição dos tecidos foliares. Foram analisadas, na região do limbo foliar, as espessuras da epiderme na face adaxial (EAB) e abaxial (EAB), do parênquima paliçádico (PP), do parênquima esponjoso (PE), e do limbo foliar (LF). Já na região da nervura central foram analisadas a espessura do xilema (XL) e floema (FL).

5.3 Análise da epiderme foliar

As secções paradérmicas foram obtidas a partir do método de dissociação com hipoclorito de sódio (NaClO) (Bersier & Bocquet, 1960). Fragmentos medianos das folhas foram colocadas no reagente e deixados por dias em estufa com temperatura de 60°. Após esse período foram separadas as faces abaxiais das adaxiais da epiderme, a mão livre, com auxílio de uma pinça. Posteriormente foram coradas com Safranina 1%, e montadas lâminas com glicerina 50% (Johansen, 1940), cobertas com lamínulas.

As secções foram fotografadas em microscópio óptico com câmera digital acoplada e as análises foram feitas por meio do software ImageJ. Foram analisados a densidade estomática (número de estômatos/mm²) e o diâmetro polar (DP) e equatorial (DQ), nas faces adaxial e abaxial da epiderme foliar.

5.4 Teor de Clorofila

O teor de clorofila foi medido em 3 folhas de 5 indivíduos de cada área, no campo, de forma indireta, utilizando um medidor portátil de clorofila SPAD (Soil Plant Analysis Development). Os dados foram convertidos em mg dm⁻², de acordo com Zhu et al., (2012).

5.5 Área foliar, Área foliar específica e Massa Seca

Foram coletadas em campo 10 folhas de 5 indivíduos nas 3 áreas, sendo elas escaneadas e medidas através do software de análise de imagens ImageJ, para obtenção da área foliar (AF), comprimento e a largura. Em seguida, essas folhas foram secas em estufa por 72 horas e, após esse período, foram pesadas em balança analítica, obtendo o valor de massa seca. A área foliar específica foi calculada através da relação entre área foliar (cm²) e a massa seca da folha

(g) (HUNT et al., 2002).

5.6 Análises estatísticas

Para a análise estatística, os dados obtidos foram testados através do teste Shapiro Wilk, para verificar a normalidade dos dados, e submetidos à análise de variância (ANAVA) e teste de Tukey à 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2019).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Análise qualitativa da anatomia foliar

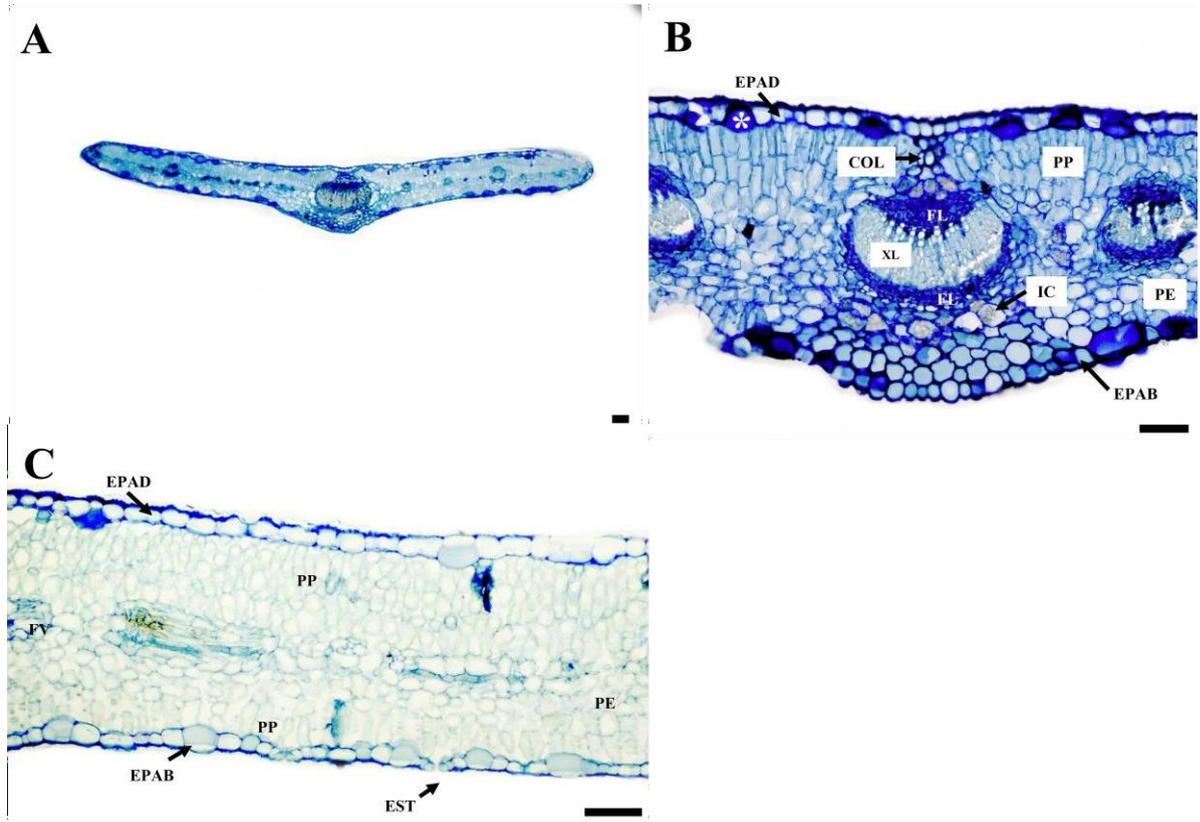
Nas secções transversais das folhas de *Diplusodon myrsinites* podemos notar a presença de epiderme unisseriada (Figura 4), revestida externamente, em ambas as faces, por uma camada delgada de cutícula. Em visão transversal, a maioria das células epidérmicas apresentaram formato tabular, sendo mais altas na face adaxial. Algumas células da epiderme, em ambas as faces, apresentaram maior tamanho e coloração mais escura, indicando acúmulo de substâncias como mucilagem. Segundo Cavalcanti (2022), a ocorrência de células mucilaginosas nas folhas são relatadas para o gênero, sendo uma característica comum em espécies ocorrentes em ambientes xéricos. Na região da nervura, as células epidérmicas são menores e com contorno arredondado.

Nas secções paradérmicas (Figura 5), observou-se células epidérmicas comuns com paredes de contorno levemente sinuoso, formato poligonal irregular, aleatoriamente orientadas e de tamanhos similares entre as duas faces das folhas. Tricomas não foram observados, conforme relatado por Cavalcanti (2004). As folhas são anfiestomáticas, e foram observados estômatos do tipo anomocítico, anisocítico e paracítico dispostos no mesmo nível das demais células epidérmicas. Cavalcanti (2022) relata que o padrão dos estômatos de *Diplusodon* é muito variável, sendo possível observar estômatos paracíticos, anisocíticos, tetracíticos e anomocíticos em uma única folha.

A nervura central (Figura 4 A e B) é ligeiramente protuberante, com feixes vasculares bicolaterais, sendo o xilema pouco desenvolvido, como descrito por Cavalcanti (2022). Há presença de parênquima fundamental e idioblastos cristalíferos no lado abaxial e adaxial. Uma bainha de colênquima foi observada no lado adaxial da folha, enquanto cerca de três camadas de células colenquimáticas ocorrem no lado abaxial, próximo à epiderme. Cristais de oxalato de cálcio (drusas) também foram observados no mesófilo de espécies de *Diplusodon* (Cavalcanti, 2022).

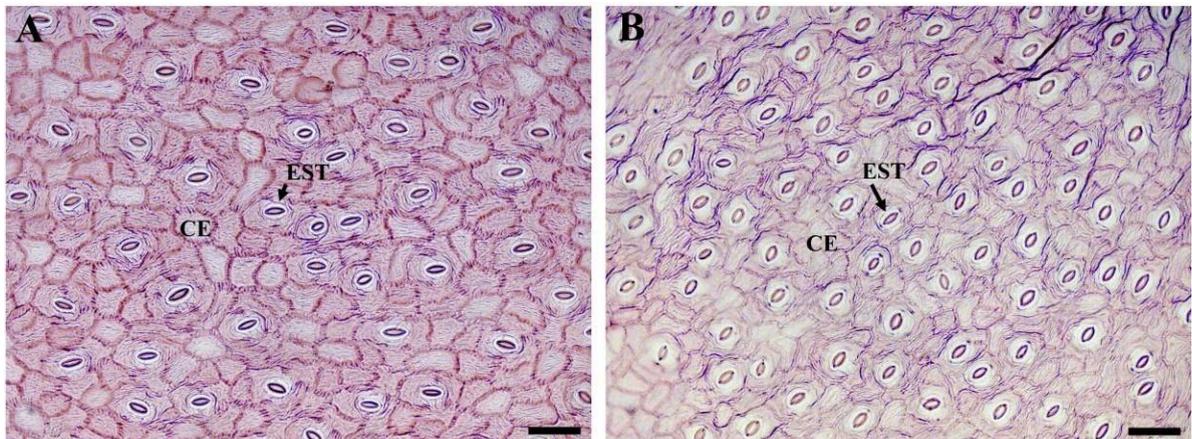
Na lâmina foliar (Figura 4 C), observou-se de duas a três camadas de parênquima paliçádico no lado adaxial da folha e quatro a seis camadas de parênquima esponjoso do lado abaxial, característico do mesofilo dorsiventral. Entretanto, observou-se regiões onde o parênquima paliçádico ocorre também do lado abaxial da folha, caracterizando um mesofilo isobilateral. Segundo Cavalcanti (2022), as folhas de espécies de *Diplusodon* podem ter um mesofilo isobilateral com uma tendência à dorsiventralidade. Eberlein (1904) considerou que pode haver uma transição entre os dois padrões nas folhas de espécies desse gênero. Independente do padrão do mesofilo, as células de parênquima fotossintetizantes apresentaram arranjo compacto, com poucos espaços intercelulares. Os feixes vasculares apresentaram padrões semelhantes ao da nervura principal, sendo envolvidos por uma camada de bainha parenquimática.

Figura 4 - Características das folhas de *Diplusodon myrsinites*, coletadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG.



Legenda: A- visão geral da folha em secção transversal; B- secção transversal da nervura central; C- secção transversal da lâmina foliar. COL, colênquima, EPAD, face adaxial da epiderme; EPAB, face abaxial da epiderme; EST, estômato; FL, floema; FV, feixe vascular; IC, idioblastos cristalíferos (drusas); PE, parênquima esponjoso; PP, parênquima paliçádico; XL, xilema; * células mucilaginosas. Barras: 100 μm (A) e 50 μm (B e C). Fonte: Januário (2019).

Figura 5 - Características das células epidérmicas na face adaxial (A) e abaxial (B) das folhas de *Diplusodon myrsinites*, coletadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG. CE, células epidérmicas comuns; EST, estômatos. Barras: 50 µm



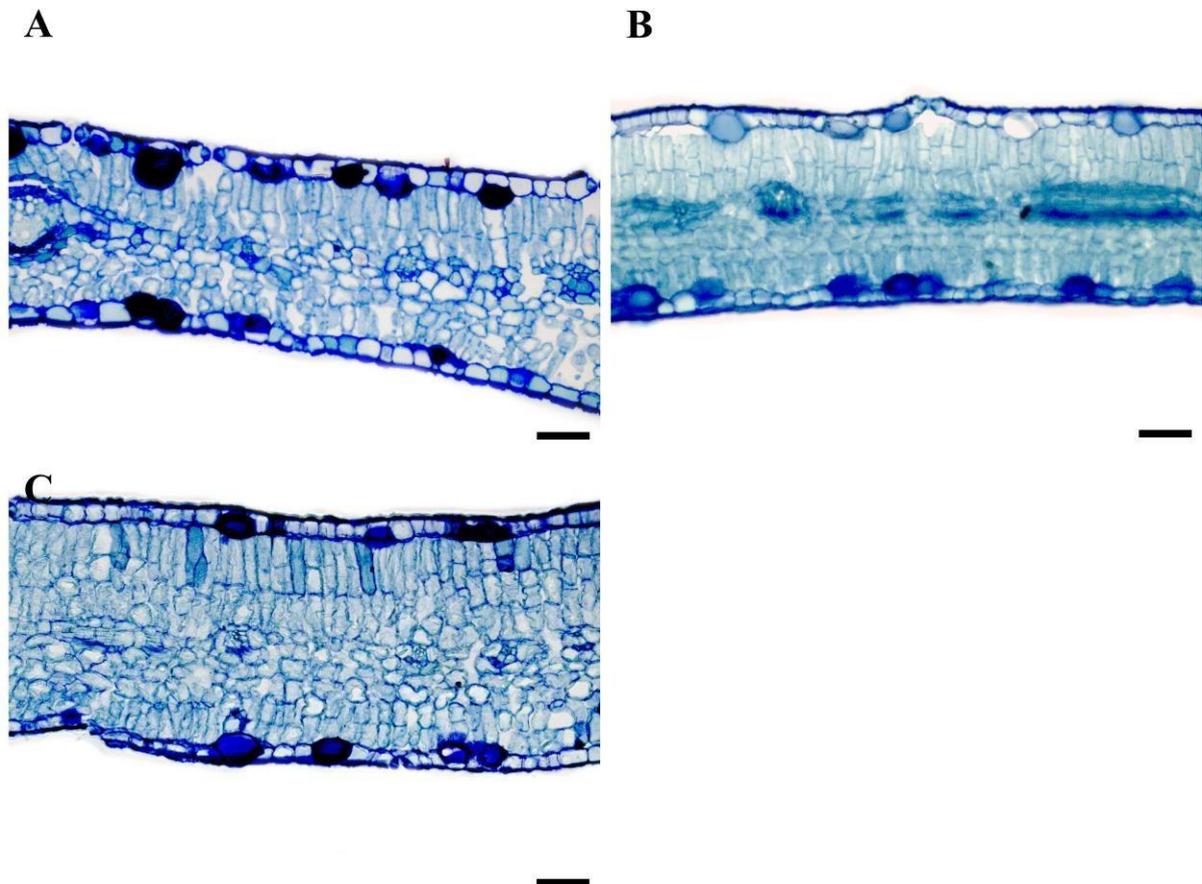
Fonte: Januário (2019).

6.2 Análise quantitativa da anatomia foliar

Em uma análise comparativa entre os ambientes, as espessuras dos parênquimas paliçádico e esponjoso, da epiderme da face adaxial, do xilema e floema sofreram alterações significativas entre as três áreas (Tabela 1 e Figura 6).

Os resultados apontaram que a espessuras da epiderme na face abaxial das folhas foram consideradas estatisticamente iguais, enquanto a epiderme na face adaxial no Campo Rupestre e Transição Mata/Cerrado foi maiores e estatisticamente iguais, em relação às folhas do Cerrado *strictu sensu* (Tabela 1). Os resultados encontrados se assemelham ao trabalho de Sefton et al. (2002), onde a espessura da epiderme da face adaxial é maior no Cerrado *strictu sensu* e Campo Rupestre, em resposta a maior luminosidade, que ocorre e proteger contra a perda excessiva de água para o ambiente (Sefton et al. 2002; Boeger et al. 2006; Rossatto & Kolb 2012). No entanto, neste estudo, as folhas do Cerrado *strictu sensu* não seguiram este padrão.

Figura 6 - Variação anatômica na lâmina foliar de de *Diplusodon myrsinites*, coletadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG. A- Cerrado *stricto sensu*; B- Transição Mata-Cerrado e C- Campo Rupestre. Barras: 50 μ m



Fonte: Januário (2019).

Os parênquimas paliçádico e esponjoso apresentaram uma resposta similar, sendo mais espesso nas folhas do Campo Rupestre e menos espesso no Cerrado *strictu sensu* (Tabela 1). De acordo com Terashima et al. (2006), essa variação presente na espessura dos tecidos do mesófilo, está associada com a regulação fisiológica da luminosidade e pelas trocas gasosas que ocorrem no interior das folhas. Por ser uma vegetação mais aberta, com possível maior incidência de radiação, as folhas dos indivíduos do Campo Rupestre apresentam características de folhas de sol, onde os ajustes no parênquima evitam a fotoinibição (DARDENGO et al., 2017).

Quando comparamos a espessura do xilema e do floema, podemos notar que ambos são considerados estatisticamente iguais entre Campo Rupestre e Transição Mata/Cerrado, e menores nas folhas do Cerrado *strictu sensu* (Tabela 1). Isso pode ser consequência de um maior investimento em área foliar nos indivíduos de *Diplusodon myrsinites* do Cerrado *strictu sensu* (Tabela 2), resultando em uma área maior de nervura principal.

Tabela 1 - Características dos tecidos foliares de *Diplusodon myrsinites* ocorrente em diferentes ambientes de Cerrado. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Amb	PP (µm)	PE (µm)	EPAB (µm)	EPAD (µm)	XL (µm)	FL (µm)
Cerrado <i>stricto sensu</i>	42,90 ± 0,90 c	38,90 ± 1,05 c	8,65 ± 0,46 a	11,14 ± 0,40 b	61,91 ± 1,21 a	55,42 ± 1,35 a
Transição	51,62 ± 1,21 b	44,59 ± 1,34 b	9,27 ± 0,44 a	12,98 ± 0,50 a	40,17 ± 0,89 b	47,04 ± 1,54 b
Campo Rupestre	60,67 ± 0,61 a	48,67 ± 0,97 a	9,83 ± 0,14 a	13,90 ± 0,22 a	38,53 ± 1,90 b	43,59 ± 1,99 b

Fonte: Januário (2022).

A densidade estomática da face abaxial foi considerada estatisticamente igual nos três ambientes, enquanto a densidade estomática da face adaxial foi maior no CampoRupestre e menor na Transição Mata/Cerrado (Tabela 3). A maior densidade estomática (Tabela3) associada a maior espessura dos parênquimas fotossintetizantes (Tabela 1) evidenciam as característica de folhas de sol observadas nos indivíduos do Campo Rupestre, podendo favorecer a fotossíntese.

O diâmetro polar dos estômatos na face abaxial foi estatisticamente igual no Cerrado *stricto sensu* e na Transição Mata/Cerrado, tendo menor média no Campo Rupestre. Já na face adaxial foi considerado estatisticamente igual nos três ambientes. O diâmetro equatorial dos estômatos da face abaxial, foi maior na Transição Mata/Cerrado e menor no Campo Rupestre, enquanto na face adaxial, foi maior no Campo Rupestre e estatiticamente igual no Cerrado *stricto sensu* e Transição Mata/Cerrado. (Tabela 3).

Os estômatos estão diretamente relacionados com os processos fisiológicos de fluxo de água e transpiração das folhas (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2013). Portando alterações na distribuição, quantidade e tamanho dos estômatos na área foliar possuem relação direta com a quantidade de água perdida (Pearce et al. 2006 e Rossatto e Kolb 2012), que é influenciada pela luminosidade presente no ambiente. Assim, a redução no tamanho dos estômatos nas folhas do Campo Rupestre está coerente com as demais características anatômicas de folhas de sol, observadas em *Diplusodon myrsinites* neste estudo.

Tabela 2 - Características dos estômatos de *Diplusodon myrsinites* ocorrente em diferentes ambientes de Cerrado. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de

Tukey a 5%.

Ambiente	DEAB (n° mm ²)	DEAD (n° mm ²)	DPAB (µm)	DPAD (µm)	DQAB (µm)	DQAD (µm)
Cerrado <i>stricto sensu</i>	342 ± 12,56 a	235 ± 9,43 ab	10,97 ± 0,10 a	10,39 ± 0,27 a	05,86 ± 0,13 b	04,59 ± 0,10 b
Transição	323 ± 06,34 a	228 ± 8,20 b	10,99 ± 0,12 a	09,81 ± 0,15 a	10,99 ± 0,12 a	04,44 ± 0,09 b
Campo Rupestre	356 ± 18,88 a	261 ± 8,05 a	09,94 ± 0,22 b	10,33 ± 0,20 a	04,88 ± 0,09 c	04,99 ± 0,09 a

Fonte: Januário (2022).

A análise comparativa entre os ambiente mostrou que a área foliar específica, massa seca e o teor de clorofila não apresentaram variações significativas. Podemos notar que mesmo as plantas investindo em parênquima fotossintetizante no Campo Rupestre (Tabela1) isso não se reflete nestas variáveis (Tabela 2), indicando que não houve maior investimento destas plantas na síntese de clorofila e de parede celular que afetassem a massa seca. Por outro lado, para a área foliar pôde-se observar que as folhas do Cerrado *stricto sensu* e do Campo Rupestre foram consideradas estatisticamente iguais, sendo menores quando comparadas as folhas do Transição Mata/Cerrado, que apresentam maior média (Tabela 2).

Tabela 3 - Dados de área foliar específica (cm² g⁻¹), área foliar (cm²), teor de clorofila (mg dm⁻²) e massa seca(g) em folhas de *Diplusodon myrsinites* coletadas em diferentes ambientes.

Amb	Área foliar específica	Área Foliar	Teor de Clorofila	Massa seca
Cerrado <i>stricto sensu</i>	357,19 ± 22,81 a	2,27 ± 0,31 a	0,03 ± 0,004 a	0,006 ± 0,0008 a
Transição	400,02 ± 11,70 a	3,23 ± 0,33 b	0,02 ± 0,003 a	0,008 ± 0,0009 a
Campo Rupestre	365,44 ± 23,71 a	1,69 ± 0,13 a	0,03 ± 0,003 a	0,005 ± 0,0003 a

Fonte: Januário (2022).

7. CONCLUSÃO

As estruturas anatômicas das folhas de *Diplusodon myrsinites* estão de acordo com as descrições já relatadas para o gênero e família botânica.

As modificações nos estômatos e parênquimas fotossintetizantes, observadas entre os ambientes, podem representar ajustes às variações na disponibilidade hídrica e de radiação, favorecendo a ocorrência e endemismo da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, C. O., & VAN DEN BERG, C. (2007). **Análise comparativa de áreas de campo rupestre da Cadeia do Espinhaço (Bahia e Minas Gerais, Brasil) baseada em espécies de Orchidaceae**. Sitientibus série ciências biológicas, 7, 199-210.
- BENITES, V. de M.; CAIAFA, A. N.; MENDONÇA, E. de S.; SCHAEFER, C. E.; KER, J. C. (2003). **Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do espinhaço**. Floresta e Ambiente, V. 10, n.1, p.76 - 85, jan./jul.
- BERSIER, J.-D.; BOQUET, Gilberto. **Métodos de desbaste na vascularização e morfogenia de plantas comparativas** . Impressão A. Kundig, 1960.
- CASTRO, A. H. F. **Aspectos da propagação, ecofisiologia e fitoquímica de Byrsonima verbascifolia Rich. Ex A. Juss.: uma espécie medicinal do Cerrado**. 2003. 130 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2003.
- CAVALCANTI, T. B . 1995. **Revisão de Diplusodon Pohl (Lythraceae)**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. São Paulo. CAVALCANTI, T.B. 1998.
- CAVALCANTI, T. B . **Novos táxons, novos status, novo sinônimo e lectotipificações em Diplusodon Pohl (Lythraceae)**. Boletim de Botânica, v. 22, n. 1, p. 1-13, 23 jun. 2004.
- CAVALCANTI, T. B. & GRAHAM, S.A. 2005. **New taxa in Lythraceae from Latin America**. *Novon* 15(1): 59-68
- CAVALCANTI, T. B . **Novas espécies de Diplusodon Pohl (Lythraceae) do Planalto Central e Estado de Minas Gerais, Brasil**. Acta Botanica Brasilica, v. 21, p. 807-812, 2007.
- CAVALCANTI, T. B. **O Gênero Diplusodon (Lythraceae)** . Springer, 2022.
- CONCEIÇÃO, A. A., & GIULIETTI, A. M. (2002). **Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**. Hoehnea, 29(1), 37-48.
- CONCEIÇÃO, A. A., & PIRANI, J. R. (2007). **Diversidade em quatro áreas de campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: espécies distintas, mas riquezas similares**. Rodriguésia, 193-206

DARDENGO, JULIANA DE FREITAS ENCINAS ET AL. **Análise da influência nos aspectos anatômicos das folhas de Theobroma speciosum Willd ex Spreng.(Malvaceae).** Ciência Florestal , v. 27, p. 843-851, 2017.

EBERLEIN, LUÍS. **Contribuições para as características anatômicas das Lythraceae** . real Bayer. Universidade Friedrich-Alexander de Erlangen., 1904.

EITEN, G. 1994. **Vegetação do Cerrado.** Pp. 17-73. In: M.N. Pinto (org.). Cerrado: caracterização, ocupação perspectivas. Brasília, Ed. UnB/SEMATEC

FEDER, N. E. D.; O'BRIEN, T. P. **Plant microtechnique: some principles and new methods.** American journal of botany, v. 55, n. 1, p. 123-142, 1968.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs.** Revista brasileira de biometria,[S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Available at: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>.

GASTAUER, M., MESSIAS, M. C. T. B., NETO, M., & ALVES, J. A. (2012). **Floristic composition, species richness and diversity of Campo Rupestre vegetation from the Itacolomi State Park, Minas Gerais, Brazil.**

GAVILANES, MANUEL LOSADA ET AL. **Micromorfometria foliar de palicourea rigida kunth.(rubiaceae) em ambiente de cerrado e campo rupestre.** Cerne, v. 22, p. 163-170, 2016.

GRAHAM, SHIRLEY A.; GRAHAM, ALAN. **Ovary, fruit, and seed morphology of the Lythraceae.** International Journal of Plant Sciences, v. 175, n. 2, p. 202-240, 2014.

GRAHAM, SHIRLEY A. **Lythraceae. In: Flowering Plants· Eudicots.** Springer, Berlin, Heidelberg, 2007. p. 226-246.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique.** 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.

KLINK, CARLOS A.; MACHADO, RICARDO B. **A conservação do Cerrado brasileiro.** Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KLINK, C. A. & Moreira, A. G. 2002. **Past and current human occupation, and land use.**

In:Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. (eds). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna**. Pp. 69-88. Columbia University Press, New York.

KOEHNE, E. 1903. **Lythraceae**. In **G.H.A. Engler (ed.) Das Pflanzenreich. Wilhelm Engelmann. Leipzig**, IV. 216, p. 1-326.

MEDEIROS, J. D. **Guia de Campo: vegetação do Cerrado 500 espécies**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 532 p.

NETO, R. N. (2012). **As paisagens quartzíticas do planalto do alto rio Grande: Relações entre rocha-relevo-solo-vegetação na Serra de Carrancas (MG)**. Caminhos de Geografia, v. 13, n. 41, p. 263–281,.

NUNES, M. S.; TRALDI, A. B. **Impacto da degradação sobre a fauna e a flora do cerrado brasileiro**. Revista Unicerp Saúde e Meio Ambiente, v. 4, p. 56-70, 2015.

OLIVEIRA FILHO, A. T. e FLUMINHAN FILHO, M. (1999). **Ecologia da vegetação do parque florestal quedas do rio bonito**. CERNE, V.5, N.2, P.051-064.

PEARCE, D.W.; MILLARD, S.; BRAY, D.F. & ROOD, S.R. 2006. **Stomatal characteristics of riparian poplar species in a semi-arid environment**. Tree Physiology 26: 211-218. Prior, L.D.; Bowman, D.M.J.S. &

PEREIRA, B. A. S.; VENTUROLI, F.; CARVALHO, F. A. **Florestas estacionais no Cerrado: uma visão geral**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 41, p. 446-455, 2011.

PINTO, M. P.& DINIZ FILHO, J. A. F. **Biodiversidade no Cerrado**. In: ALMEIDA, M. G. de (Org). **Tantos Cerrados: Múltiplas abordagens sobre a biogeodiversidade e singularidade cultural**. Goiânia: Vieira, 2005, p. 115-128.

PIRES, ALEXANDRO; FELFILI, JEANINE MARIA; DE ABREU, ALLAN RIBEIRO. **Florística e fitossociologia do cerrado stricto sensu na APA de Cafuringa-DF**. Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer, v. 4, 1999.

RAPINI, A.; RIBEIRO, P. A.; LAMBERT, S.; PIRANI, J. R. (2008). **A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço**. Mega diversidade, volume 4 , Nº 1-2 Dezembro

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. (1998). **Fitofisionomias do bioma cerrado**. In:

Cerrado: Ambiente e flora: Planaltina: EMBRAPA-CPAC, P. 89-166.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado** In: SANO, S. M.; DE ALMEIDA, S. P., RIBEIRO, J. F. Cerrado Ecologia e Flora. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, Vol.1, 2008. 406 p.

RODRIGUES-DAS-DÔRES, R. G. **Análise morfológica e fitoquímica da fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.)**. 2007. 375 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG: 2007.

ROSSATTO, DAVI RODRIGO; KOLB, ROSANA MARTA. **Structural and functional leaf traits of two *Gochnatia* species from distinct growth forms in a sclerophyll forest site in Southeastern Brazil**. Acta Botanica Brasilica, v. 26, n. 4, p. 849-856, 2012.

SEFTON, C.A.; MONTAGU, K.D.; ATWELL, B.J. & CONROU, J.P. 2002. **Anatomical variation in juvenile eucalypt leaves account for differences in specific leaf area and CO₂ assimilation rates**. Australian Journal of Botany 50: 301-310.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, E. **Plant Physiology= Fisiologia Vegetal**. Editora Artemed: Porto Alegre, Brazil, 2013.

VASCONCELOS, M. F. DE. (2011). **O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do leste do Brasil?** Brazilian Journal of Botany, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 241–246.

ZHU J., TREMBLAY T., LIANG Y. **Comparing SPAD and at LEAF values for chlorophyll assessment in crop species**. Can. J. Soil Sci. 92, 2012.