



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
COLEGIADO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**Ciências
Biológicas**
UEL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MARIA LUÍSA MANSANO ROCHA

**MORFOLOGIA E ANATOMIA FOLIAR COMPARADA
DE *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho
(Asteraceae) EM CERRADO E MATA ATLÂNTICA**

Londrina – Paraná
2025

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

MARIA LUÍSA MANSANO ROCHA

**MORFOLOGIA E ANATOMIA FOLIAR COMPARADA
DE *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho
(Asteraceae) EM CERRADO E MATA ATLÂNTICA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como um dos requisitos à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientador: André Luis Laforga Vanzela
Coorientadora: Marcela Blagitz Ferraz do Nascimento**

**Londrina – Paraná
2025**

R672

Rocha, Maria Luísa Mansano.

Morfologia e anatomia foliar comparada de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho (Asteraceae) em Cerrado e Mata Atlântica / Maria Luísa Mansano Rocha. - Londrina, 2025.
27 f. : il.

Orientador: André Luis Laforga
Vanzela. Coorientador: Marcela
Blagitz Ferraz do Nascimento.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, 2025.

Inclui bibliografia.

1. Anatomia Ecológica - TCC. 2. Cerrado - TCC. 3. Mata Atlântica - TCC. I. Vanzela, André Luis Laforga. II. Nascimento, Marcela Blagitz Ferraz do . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU 58

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Luis Laforga Vanzela

Profa. Dra. Marcela Blagitz Ferraz do Nascimento

Prof. Dr. Cristiano Medri

Profa. Dra. Angelica Nunes Tiepo (suplente)

Londrina, 12 de dezembro de 2025

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, que sempre acreditaram no meu potencial e me apoiaram incondicionalmente, permitindo que eu chegasse até aqui.

Ao meu irmão, Pedro Henrique, pelo companheirismo, mesmo à distância.

À toda a minha família, que sempre torceu por mim e me sustentou em toda a minha jornada.

Aos meus amigos, especialmente Paola, Isabela e Maria Eduarda, por estarem ao meu lado independentemente das circunstâncias e por tornarem a minha caminhada acadêmica muito mais leve.

Aos meus cachorros, pela companhia fiel durante os estudos e longas horas de trabalho acadêmico.

Ao professor Cristiano Medri e ao Laboratório de Anatomia e Morfologia Vegetal, por me acolherem ainda no início da graduação e por me proporcionarem oportunidades valiosas de crescimento e aprendizado.

Ao professor Halley Caixeta de Oliveira e ao Laboratório de Ecofisiologia Vegetal por cederem o espaço e os equipamentos do laboratório, especialmente o medidor de área foliar utilizado para análise de parte do trabalho.

Ao professor André Vanzela e ao Laboratório de Citogenética e Diversidade Vegetal, por me receberem nos últimos momentos da graduação e contribuírem significativamente para o meu desenvolvimento acadêmico.

À professora Marcela Blagitz, que esteve presente em toda a minha trajetória universitária e cuja influência pessoal e profissional foi — e continua sendo — imensurável.

À UEL, por todas as oportunidades e espaços que me foram concedidos ao longo desses anos.

A todos que, de alguma forma, me apoiaram durante esta jornada e contribuíram para que este trabalho se tornasse possível, deixo aqui o meu sincero agradecimento.

Muito obrigada!

ROCHA, Maria Luísa Mansano. **Morfologia e anatomia foliar comparada de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho (Asteraceae) em Cerrado e Mata Atlântica.** 2025. 41 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2025.

RESUMO

Tipos vegetacionais do Cerrado e Mata Atlântica diferem em relação às condições ambientais. No cerradão, predominam espécies decíduas e semidecíduas, com uma variação da luminosidade ao longo do ano, enquanto a floresta ombrófila conta com uma vegetação mais densa, resultando num ambiente sombreado. Adicionalmente, no cerradão há uma maior sazonalidade pluviométrica, com período de seca marcante, enquanto na floresta ombrófila a distribuição de chuvas é relativamente constante durante o ano. Além disso, os solos do Cerrado são considerados oligotróficos. Mesmo com essas diferenças, *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho (Asteraceae) está presente em ambos locais. Para melhor entender sua capacidade de se desenvolver em diferentes ambientes, foram realizados estudos comparativos entre indivíduos do cerradão e da floresta ombrófila, analisando variáveis morfológicas e anatômicas foliares. Não houve variações significativas na morfologia e na anatomia foliar qualitativa entre os ambientes. Foi observado um maior investimento de estruturas escleromórficas nos pecíolos de indivíduos do cerradão, característica típica de plantas oriundas de solos oligotróficos. A epiderme adaxial das folhas foi mais espessa em indivíduos do cerradão, atributo adaptativo para ambientes com uma maior irradiância, pois auxilia na dissipação de luz e calor. Não foram encontradas diferenças estruturais relacionadas a variações de condições hídricas, sendo as variações edáficas e de irradiância as que mais impactaram os tecidos foliares. Com o entendimento da dinâmica de resposta dessa espécie a diferentes condições ambientais, é possível destacar seu potencial para iniciativas de restauração ambiental e aprofundar a compreensão de suas possíveis respostas às iminentes mudanças climáticas.

Palavras-chave: Anatomia Ecológica. Anatomia Foliar. Cerradão. Floresta Ombrófila Densa. Asteraceae.

ROCHA, Maria Luísa Mansano. **Comparative Leaf Morphology and Anatomy of *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho (Asteraceae) in the Cerrado and the Atlantic Forest**. 2025. 41 pgs. Final Dissertation (Biological Sciences Undergraduation) – Londrina State University. Londrina. 2025.

ABSTRACT

Vegetation types of the Cerrado and the Atlantic Forest markedly differ in their environmental conditions. In the "cerradão", deciduous and semideciduous species predominate, leading to substantial seasonal variation in irradiance throughout the year, whereas the ombrophilous forest has a closer vegetation structure, resulting in a more shaded environment. Additionally, the "cerradão" experiences strong rainfall seasonality, with a pronounced dry season. In contrast, precipitation in the ombrophilous forest is relatively constant year-round. The soils of the Cerrado are also considered oligotrophic. Despite these differences, *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho (Asteraceae) occurs in both environments. To better understand its ability to develop under contrasting conditions, comparative analyses evaluating foliar morphological and anatomical traits were conducted between individuals from the "cerradão" and the ombrophilous forest. No significant differences were found in foliar morphology or qualitative anatomy between the two populations. However, individuals from the "cerradão" exhibited a greater investment in scleromorphic structures in the petiole, a typical feature of plants growing in oligotrophic soils. The adaxial epidermis was also thicker in individuals from the "cerradão", which is an adaptive trait for environments with higher irradiance, helping dissipate light and heat. No structural differences that could be attributed to variations in water availability were detected, suggesting that edaphic and irradiance-related factors were the main drivers of foliar tissues development. Understanding how this species responds to different environmental conditions highlights its potential for ecological restoration initiatives and improves our understanding of how it may respond to ongoing climate changes.

Keywords: Ecological Anatomy. Leaf Anatomy. Cerradão. Ombrophilous Forest. Asteraceae.

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. <i>Anatomia ecológica de folhas</i>	4
2.2. <i>Cerrado</i>	6
2.3. <i>Mata Atlântica</i>	7
2.4. <i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho (Asteraceae)	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. <i>Locais de coleta</i>	10
3.2. <i>Espécie selecionada, coleta e armazenamento</i>	13
3.3. <i>Análises morfológicas</i>	13
3.4. <i>Análises anatômicas</i>	14
3.5. <i>Análise dos dados</i>	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. <i>Análises morfológicas</i>	15
4.2. <i>Análises anatômicas qualitativas</i>	16
4.3. <i>Análises anatômicas quantitativas</i>	21
5. CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

Os biomas brasileiros apresentam grande heterogeneidade ambiental, o que pode influenciar grandemente no desenvolvimento e nas estruturas das espécies vegetais que neles se encontram. Entre esses biomas, o Cerrado e a Mata Atlântica destacam-se pela elevada biodiversidade e por suas condições ecológicas contrastantes, constituindo contextos relevantes para estudos comparativos.

O Cerrado *sensu lato* é um tipo vegetacional composto e complexo, que inclui elementos de campos tropicais, savanas e florestas estacionais (BATALHA, 2011). Está incluído nessa última classificação o cerradão, onde predominam árvores decíduas e semidecíduas de maior porte, cujas copas formam um dossel (COUTINHO, 2002; DURIGAN; FRANCO; SIQUEIRA, 2004). Apesar da formação de dossel, a presença de espécies decíduas e semidecíduas (que perdem as folhas durante a estação seca) nesse ambiente permite uma sazonalidade na irradiância observada entre os estratos mais baixos. O clima do Cerrado é marcado por uma forte sazonalidade, havendo um período de precipitação elevada de outubro a março, caracterizando a estação chuvosa, e um de baixos índices pluviométricos durante os meses de abril a setembro, evidenciando uma estação seca (COUTINHO, 2002). Além disso, os solos do cerrado são considerados oligotróficos, com baixas concentrações de nutrientes como N, P e K e altas concentrações de Al (MEDINA *et al.*, 1990; HOFFMANN *et al.*, 2005; ROSSATO; KOLB, 2010).

A Mata Atlântica, assim como o Cerrado, também possui diferentes formações vegetacionais, sendo de maior relevância para este trabalho a floresta ombrófila densa. Nesse tipo vegetacional, observam-se árvores perenifólias, cujas

copas se tocam, resultando em um aspecto denso com baixa incidência luminosa, mantido durante todo o ano (VELOSO; RANGEL-FILHO; LIMA, 1991; RIBEIRO; WALTER, 1998). Além das diferentes estruturas da constituição da vegetação, quando comparada com ambientes como o cerradão, a floresta ombrófila densa se diferencia na sazonalidade pluviométrica, pois é caracterizada por uma elevada precipitação em todos os meses, que determina ausência de período seco bem definido durante todo o ano (VELOSO; RANGELFILHO; LIMA, 1991; RIBEIRO; WALTER, 1998).

Essas diferenças observadas entre o cerradão e a floresta ombrófila densa configuram condições ideais para estudos de anatomia ecológica, área que investiga como a estrutura dos tecidos vegetais reflete as pressões ambientais às quais as plantas estão submetidas. Fatores do ambiente como disponibilidade de água, composição do solo, temperatura, umidade e irradiância têm efeitos importantes na fisiologia de uma planta, e podem afetar o transporte de água e de fotoassimilados, as taxas de transpiração, a manutenção da temperatura dos tecidos internos, a resistência mecânica e a sua capacidade de armazenamento (DICKISON, 2000). Por conta do papel fundamental das folhas em diversos processos no corpo das plantas e sua grande sensibilidade às variações do ambiente, este órgão é extremamente informativo dentro de estudos de anatomia vegetal ecológica, para melhor compreender possíveis dinâmicas de respostas das plantas a diferentes condições ambientais.

Existem algumas espécies vegetais que possuem a habilidade de sobreviver em um gradiente amplo de condições ambientais, possuindo, para isso, uma maior plasticidade fenotípica para se adaptar a diferentes cenários. Essa

característica diz respeito à capacidade de uma espécie produzir diferentes fenótipos de acordo com o ambiente que um organismo se encontra (SULTAN, 2000). Com isso, é possível analisar características anatômicas e morfológicas das folhas de indivíduos dessas espécies, de modo a compreender as adaptações que ela possui para os diversos ambientes que habita.

Moquiniastrum polymorphum (Less.) G. Sancho (Asteraceae), espécie arbórea conhecida popularmente como cambará, possui distribuição ampla, indo desde a Bahia até o sul do Brasil, nas vegetações de cerrado *sensu lato*, matas de galeria, florestas estacionais e ombrófilas (LORENZI, 2014; FLORA DO BRASIL, 2020). Nesse contexto, *M. polymorphum* constitui um modelo adequado para estudos ecológicos comparativos, pois sua presença tanto em ambientes com alta sazonalidade hídrica e luminosa quanto em florestas úmidas perenifólias sugere a existência de estratégias morfológicas e anatômicas que permitem sua adaptação a condições ambientais contrastantes. Trabalhos anteriores de anatomia ecológica caulinar desta espécie em Cerrado e Mata Atlântica encontraram características diferentes das esperadas para esses ambientes, como ausência de uma casca mais espessa no caule de indivíduos do Cerrado (BLAGITZ *et al.*, 2019; BLAGITZ *et al.*, 2022). A aparente ausência das características adaptativas esperadas no caule sugere que este pode não ser o principal órgão afetado pelas condições ambientais contrastantes. Dessa forma, pode ser possível que a espécie apresente certas características adaptativas em suas folhas, cujas estruturas estão diretamente envolvidas nos processos de troca gasosa, regulação hídrica e captura de luz. Portanto, a avaliação morfológica e anatômica foliar de *M. polymorphum* pode ser

uma ferramenta útil para melhor compreender como a espécie se ajusta a diferentes condições ambientais.

Assim, esse trabalho visou verificar as respostas de parâmetros morfológicos (área foliar e a área foliar específica) e de características anatômicas da folha (pecíolo e limbo) em amostras de *M. polymorphum*, coletadas em ambientes divergentes quanto à disponibilidade de recursos hídricos e de incidência luminosa (cerradão e floresta ombrófila densa). Com isso, os objetivos desse trabalho foram: (I) verificar se ocorrem diferenças em parâmetros morfológicos foliares de *M. polymorphum* em ambientes do Cerrado e da Mata Atlântica; (II) verificar se indivíduos de *M. polymorphum* ocorrentes em ambientes contrastantes quanto a incidência luminosa, condições edáficas e disponibilidade hídrica apresentam características anatômicas foliares correspondentes às esperadas para esses ambientes; (III) realizar uma descrição anatômica qualitativa das folhas de *M. polymorphum* presentes em Cerrado e Mata Atlântica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Anatomia ecológica de folhas

A anatomia ecológica é o ramo da anatomia vegetal que investiga como os tecidos das plantas se modificam com a influência de diferentes condições ambientais. As folhas são órgãos fundamentais para diversos processos no corpo vegetal, com destaque para a fotossíntese, a respiração e a transpiração, sendo suas estruturas muito sensíveis às variações de fatores ambientais como disponibilidade

hídrica, luz solar, temperatura, tipo de solo e regime de distúrbios, como queimadas (DICKISON, 2000).

Características das folhas como espessura da epiderme, desenvolvimento da cutícula, densidade estomática, presença de tricomas, estrutura do parênquima e feixes vasculares, bem como a ocorrência de esclerênquima, são indicativas das estratégias de sobrevivência das plantas em diferentes ambientes (RODRIGUES *et al.*, 2017; PINHEIRO, KOLB e ROSSATTO, 2024). As espécies de ambientes secos apresentam frequentemente adaptações como cutícula espessa, presença de tricomas e folhas coriáceas, o que contribui para a conservação de recursos hídricos, visto que um tecido de revestimento mais espesso constitui uma maior barreira para evitar a perda de água, uma vez que dissipa luz solar e calor (WESTOBY, 1998). Já espécies de ambientes sombreados podem ter folhas com maior área superficial, tecidos de sustentação reduzidos e maior desenvolvimento do parênquima clorofiliano, otimizando a captação de luz (ESAU, 1974; DICKISON, 2000).

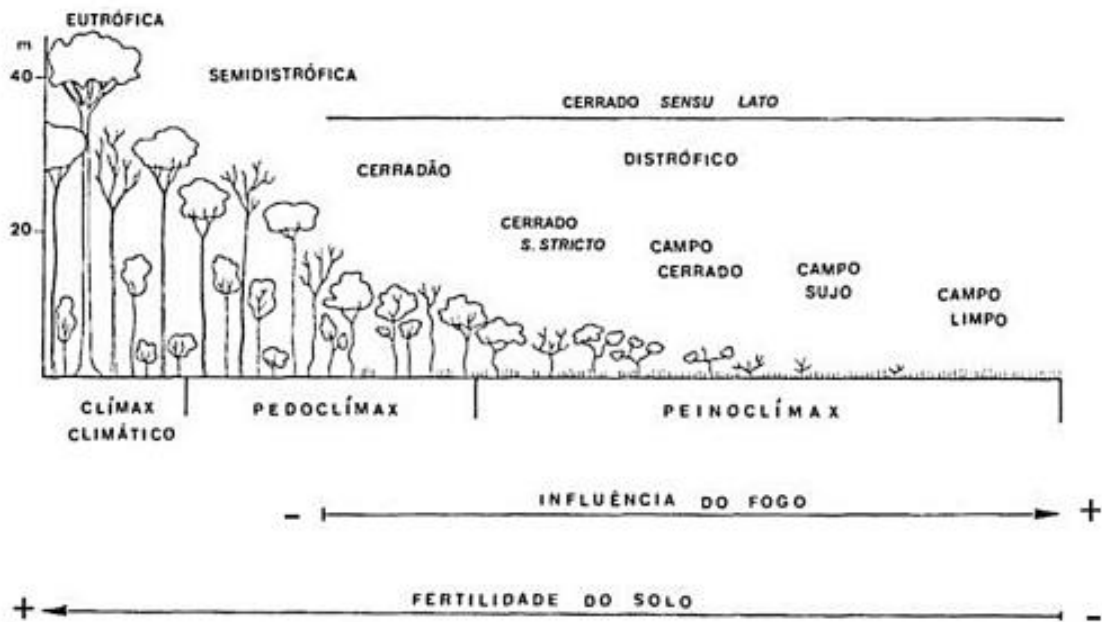
No Cerrado, por exemplo, predomina um conjunto de adaptações que favorecem a economia de água e a resistência ao estresse térmico, como cutícula espessa, maior desenvolvimento do sistema vascular e presença de tricomas (RODRIGUES *et al.*, 2017; da SILVA; ROSSATTO, 2024), enquanto na Mata Atlântica as espécies apresentam, em geral, folhas com maior área fotossintética e estruturas menos xeromórficas, o que reflete sua ocorrência em ambientes mais sombreados e úmidos (AMORIM; MELO JÚNIOR, 2017). Essas diferenças estruturais não apenas revelam a plasticidade das espécies, como também são ferramentas valiosas para compreender a ecologia, a distribuição geográfica e o potencial de adaptação das plantas frente às mudanças ambientais (HOFFMANN *et al.*, 2005).

2.2. Cerrado

O bioma Cerrado diz respeito a uma área que ocupa cerca de 2.036.000 Km² na região central do território brasileiro, constituída de formações vegetacionais determinadas por fatores como tipo de solo, frequência de queimadas, disponibilidade hídrica e ação antrópica (COUTINHO, 2002). Trata-se do segundo maior bioma brasileiro, apresentando grande heterogeneidade ambiental, que engloba ambientes de campos limpos, sujos, cerrado *sensu stricto* e cerradão (Fig.1) (RODRIGUES *et al.*, 2017). A vegetação típica, o cerrado *sensu stricto*, é composta por árvores retorcidas, com folhas coriáceas, e um estrato herbáceo contínuo (RIBEIRO; WALTER, 1998; BATALHA, 2011). As condições ambientais são marcadas por solos pobres e ácidos, com alta saturação por alumínio, além de um regime climático sazonal com longos períodos de seca (HOFFMANN *et al.*, 2005; DA SILVA; ROSSATTO, 2024). O cerradão, por sua vez, é uma formação florestal densa com árvores de maior porte, solo mais fértil e menor frequência de fogo. É um ambiente onde predominam árvores decíduas e semidecíduas de maior porte, cujas copas formam um dossel (COUTINHO, 2002; DURIGAN; FRANCO; SIQUEIRA, 2004).

A vegetação do Cerrado desenvolve mecanismos anatômicos foliares associados à menor disponibilidade hídrica e a presença de fogo, como cutículas espessas, tecidos de revestimento do caule desenvolvidos e adaptações do sistema vascular (RODRIGUES *et al.*, 2017; DA SILVA; ROSSATTO, 2024).

Figura 1 - Tipos de vegetação do cerrado *sensu lato* e diferença da influência dos fatores ambientais nestes tipos vegetacionais segundo L. M. Coutinho (Extraído e adaptado de Coutinho 2002).



2.3. Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um dos principais domínios fitogeográficos do Brasil, estendendo-se pela faixa litorânea desde o Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte. Originalmente, ocupava uma área em torno de 1.300.000 Km², mas encontra-se atualmente bastante fragmentada, com apenas cerca de 12% de sua cobertura original remanescente (RIBEIRO *et al.*, 2009). Mesmo com a intensa fragmentação, ela ainda abriga uma grande variedade de espécies vegetais adaptadas a diferentes condições de solo, relevo e clima.

Devido à sua grande amplitude latitudinal, a Mata Atlântica possui uma diversidade de condições ambientais, abrangendo uma série de formações vegetais distintas, como a floresta ombrófila densa e a mista, a floresta estacional semidecidual, os campos de altitude, além de manguezais e restingas (SCARANO, 2002). A floresta ombrófila densa é caracterizada por uma vegetação perenifólia, com dossel contínuo e clima úmido sem estação seca marcada (VELOSO *et al.*, 1991). As espécies presentes neste ambiente são adaptadas a uma alta umidade e baixa sazonalidade, além de uma menor incidência luminosa, com redução de estruturas associadas à economia de água, como tecido de revestimento espesso e maior quantidade de vasos condutores no xilema (AMORIM; MELO JÚNIOR, 2017).

Estudos indicam que espécies de Mata Atlântica exibem maior variabilidade morfoanatômica quando comparadas às do Cerrado, devido, provavelmente, à sua ocorrência em microambientes com diferentes graus de luminosidade, umidade e fertilidade (AMORIM; MELO JÚNIOR, 2017).

2.4. *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho (Asteraceae)

Moquiniastrum polymorphum (Less.) G. Sancho (Asteraceae) é uma espécie arbórea de médio porte da família Asteraceae, conhecida popularmente como candeia ou cambará (Fig. 2). Ocorre em diversos ecossistemas, como cerrado *sensu lato*, matas de galeria, florestas estacionais e ombrófilas, desde a Bahia até o sul do Brasil (LORENZI, 2014; FLORA DO BRASIL, 2020). As árvores desta espécie apresentam caule e ramos tortuosos, casca espessa e fissurada, folhas simples, lanceoladas, com face adaxial verde-brilhante e face abaxial esbranquiçada (Fig. 2 B),

além de flores brancas agrupadas em capítulos e frutos do tipo aquênio, dispersos pelo vento (DURIGAN; FRANCO; SIQUEIRA, 2004; SANTOS, 2014). Trata-se de uma espécie que varia de semidecídua a decídua, com queda foliar acentuada entre maio e setembro e brotação irregular ao longo do ano. A floração ocorre entre outubro e dezembro (CORRÊA *et al.*, 2018); e a frutificação entre dezembro e fevereiro (LORENZI, 2014).

Figura 2 - *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho. (a) Aspecto geral de um indivíduo do cerrado. (b) Folhas de indivíduo do cerrado (c, d) Aspecto geral de indivíduos da floresta ombrófila.



É considerada uma espécie tolerante a ambientes com baixa fertilidade, sendo comumente utilizada em programas de restauração florestal, tanto por seu potencial pioneiro quanto pela resistência do seu lenho (LORENZI, 2014; BRANDES *et al.*, 2018; CORRÊA *et al.*, 2018). *Moquiniastrum polymorphum* também tem relevância ecológica, como espécie indicadora de resposta ao fogo, apresentando registros anatômicos dessa influência nos anéis de crescimento (BRANDES *et al.*, 2018). Também possui aplicações medicinais e farmacológicas, com registros de uso tradicional das folhas e da casca contra afecções respiratórias (BUENO *et al.*, 2005). Além disso, possui usos ornamentais e paisagísticos, oferecendo, também, madeira de boa qualidade (SCHLEMPER *et al.*, 2011 *apud* CORRÊA *et al.*, 2018). A presença dessa espécie em formações vegetacionais distintas sugere uma elevada plasticidade fenotípica, o que a torna modelo ideal para estudos comparativos entre Cerrado e Mata Atlântica (CORRÊA *et al.*, 2018; AMORIM; MELO JÚNIOR, 2017; BLAGITZ *et al.*, 2019; BLAGITZ *et al.*, 2022).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Locais de coleta

As populações dos tipos vegetacionais estudados estão localizadas em dois sítios distintos climaticamente dentro do Estado de São Paulo, Brasil. A floresta ombrófila densa está localizada no Parque Estadual Carlos Botelho, município de São Miguel Arcanjo (24°00' a 24°15' S e 047°55" a 048°05' W). Na região há ausência de período seco (meses consecutivos com menos de 100 mm mensais), maior volume pluviométrico anual (Figura 3, Tabela 1), maior valor de

umidade relativa do ar, menores valores de radiação solar global e velocidade dos ventos (Tabela 1). O solo é do tipo cambissolo haplático distrófico, sendo altamente argiloso, e com alta capacidade de reter água (Tabela 1). Já o cerradão está localizado na Estação Ecológica de Assis, município de Assis ($22^{\circ}33'$ a $22^{\circ}38'$ S e $050^{\circ}21'$ a $050^{\circ}24'$ W). Nessa área de estudo são registrados menores volumes pluviométricos e um período de cinco a seis meses de seca contínua – menos de 100 mm mensais, de abril a setembro, ocorrendo, inclusive déficit hídrico no mês de agosto, o que reflete em uma menor umidade relativa do ar (Fig. 3). Também há maior radiação global incidente no cerradão (Tabela 1). O solo é do tipo latossolo vermelho-amarelo distrófico, com uma menor concentração de argila e maior acidez e saturação por alumínio (Tabela 1).

Figura 3 - Diagrama climático de acordo com (Walter 1986) da região das áreas de coleta. Médias obtidas pelo período de janeiro/2005 até outubro/2015 do CIIAGRO – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (cerradão); Agritempo – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (floresta ombrófila densa).

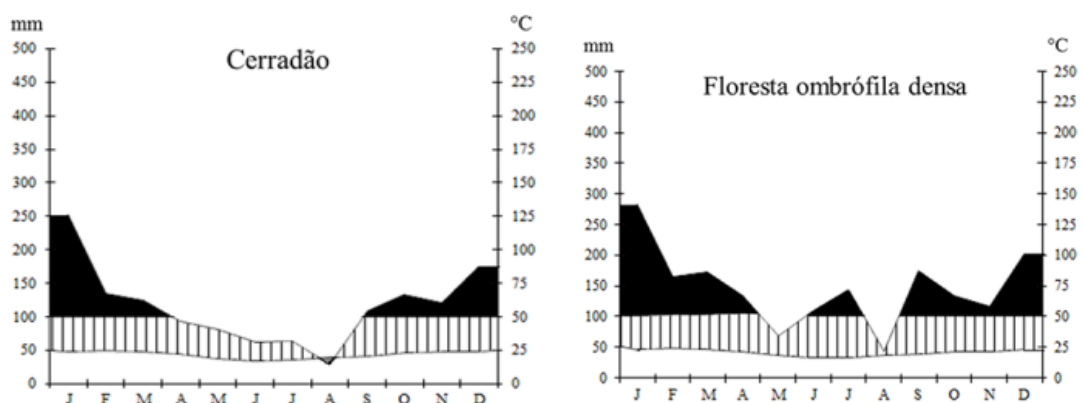


Tabela 1 - Dados climáticos, edáficos e altitude das áreas de coleta. PTA = precipitação total anual; PTMU = precipitação total do mês mais úmido; PTMS = precipitação total do mês mais seco; TMA = temperatura média anual.

	Cerradão	Floresta ombrófila densa	
Dados climáticos*	PTA (mm)	1376	1747
	PTMU (mm)	252	283
	PTMS (mm)	29	42
	TMA (°C)	21,6	20,07
Dados Edáficos **	Tipo de solo	Latossolo vermelho-amarelo distrófico	Cambissolo haplático distrófico
	Textura	Média	Argilosa
	Proporção de Argila	15% - 25%	>25%
	Capacidade de retenção de água	Baixa	Alta
	Acidez	Elevada	Baixa
	Saturação por alumínio	Elevada	Baixa
Dados de Altitude (m.a.n.m.)**	530	715	
Umidade relativa do ar (%)***	68.7 (30.3 – 95.3)	78.5 (59.7 – 96.4)	
Radiação solar global (MJm-2day-1)***	25 (2 – 39.6)	11 (0.6 – 25.3)	
Velocidade média dos ventos (ms-1)***	1.4 (0 - 3)	0.4 (0 – 1.5)	

*Obtidos do CIIAGRO – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (<http://www.ciiagro.sp.gov.br>) (cerradão); e do Agritempo – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (<https://www.agritempo.gov.br/agritempo>) (floresta ombrófila). As médias foram obtidas pelo período de janeiro/2005 a outubro/2015.

**Obtidos de Oliveira *et al.* (1999) e Embrapa (2013) para cerradão e de ESALQ-USP (2006) para floresta ombrófila.

***Os valores são mostrados como média (mínimo – máximo) observados entre 2003 e 2006, e foram fornecidos por Destefani *et al.* (2006)

3.2. Espécie selecionada, coleta e armazenamento

A espécie selecionada para o estudo foi *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho (Asteraceae), presente nos tipos vegetacionais do Cerrado e Mata Atlântica (ESALQ – USP 2006; ISHARA e MAIMONI-RODELLA 2012). Foram selecionados quatro indivíduos de *M. polymorphum* de cada ambiente estudado, sendo eles o cerradão e a floresta ombrófila densa. Ramos localizados mais externamente à copa de cada indivíduo foram coletados para representantes de cada população entre os anos de 2013 e 2014. Esse material foi seco em estufa, herborizado e armazenado em armários livres de umidade. Desses ramos, foram selecionadas as folhas mais desenvolvidas que não apresentarem sinal de danos para os estudos morfológicos e anatômicos.

3.3. Análises morfológicas

Para as análises morfológicas, foram selecionadas um mínimo de dez folhas íntegras por indivíduo, sendo, então, estimadas a área, a massa seca e a área foliar específica para cada folha. A área foliar das folhas selecionadas para o estudo em cada indivíduo de cada população foi estimada utilizando o medidor de área foliar LI-3000C (LI-COR). Com a massa seca de cada folha, foi, então, calculada a área foliar específica (AFE) por meio da fórmula $AFE = \text{Área foliar} / \text{massa seca (cm}^2 \text{g}^{-1})$ de Larcher (2000).

3.4. Análises anatômicas

Para as análises anatômicas, foram selecionadas nove folhas por indivíduo para análises dos tecidos do pecíolo e do limbo foliar, incluindo a análise qualitativa (descrição anatômica dos tecidos) e quantitativa (medições de dimensões celulares e frações de tecidos). Para tal, cada folha foi reidratada por três dias em estufa a 60°C, em solução de 5 partes de água, 4 partes de etanol 96%, 1 parte de glicerina e 5 gotas de detergente para cada 200ml de solução.

Para a análise do pecíolo e do limbo foliar, foram realizados cortes transversais à mão livre com lâminas de barbear descartável. Os cortes foram corados com azul de toluidina e montados em lâminas semipermanentes em meio glicerinado (KRAUS; ARDUIN, 1997). As medidas quantitativas realizadas no pecíolo foram: frações dos tecidos: epiderme e córtex (em uma só medida), fibras esclerenquimáticas do periciclo, floema e xilema (%); além do diâmetro (μm) dos vasos presentes no xilema. As medidas quantitativas realizadas no limbo foram: espessuras (μm) da cutícula, da epiderme das faces adaxial e abaxial, do parênquima paliçádico, do parênquima esponjoso e do limbo total. Nas medidas de espessura da epiderme adaxial no limbo foliar, foi considerada também a camada de células subepidérmicas.

No limbo foliar, também foram realizados cortes paradérmicos à mão livre, para análise estrutural dos estômatos, utilizando lâminas de barbear descartável. Os fragmentos de epiderme foram corados com azul de toluidina e montados em lâminas semipermanentes em meio glicerinado (KRAUS; ARDUIN, 1997). Foram estimados a densidade estomática ($n \text{ mm}^{-2}$) e os diâmetros polar e

equatorial dos estômatos (μm). A funcionalidade estomática foi, então, obtida dividindo-se o diâmetro polar pelo equatorial dos estômatos (CASTRO *et al.*, 2009).

Todas as imagens utilizadas para as análises anatômicas foram obtidas em câmera de captura acoplada ao microscópio óptico Leica, sendo as medições realizadas no programa ImageJ version 1.6.0.

3.5. Análise dos dados

Para comparar os padrões anatômicos foliares entre as duas populações, foi realizada uma análise de regressão linear, utilizando modelos lineares (lm) considerando as variáveis anatômicas como variáveis respostas e os ambientes (cerradão e floresta ombrófila densa) como fatores fixos. Uma distribuição normal das variáveis respostas foi considerada, sendo utilizado para checar a normalidade dos dados o teste de Shapiro-Wilk. Quando necessária, foi realizada a conversão dos valores para logaritmo neperiano. Para estes testes foi considerado um nível de significância de 5 % ($p < 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas no R, versão 4.2.1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises morfológicas

A massa seca, a área e a área foliar específica não variaram entre os ambientes (Tabela 2). Uma maior área foliar representa uma maior superfície potencial para captura de luz para a fotossíntese em ambientes onde a quantidade

de luz incidente pode ser um fator limitante, como na Mata Atlântica (BOEGER *et al.*, 2008; TAIZ; ZEIGER 2017). Já a área foliar específica diz respeito à distribuição de biomassa na área foliar, portanto, refere-se à quantidade de carbono estocado nos tecidos dessa folha em relação à perda de água (LARCHER, 2000). Como essas variáveis não diferiram entre os ambientes analisados, conclui-se que a área de captura de luz nas folhas das plantas estudadas não parece ser um fator limitante para a fotossíntese, e a capacidade de assimilação de carbono nessas folhas não sofreu influência das características ambientais contrastantes.

Tabela 2 - Variáveis morfológicas de folhas de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho apresentadas como média \pm desvio padrão no cerradão e na floresta ombrófila densa. Letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0.05$).

Variáveis	Cerradão	Floresta ombrófila densa
Área foliar (cm ²)	39.2 \pm 11.7 a	42.4 \pm 2.4 a
Massa seca foliar (g)	0.6 \pm 0.2 a	0.6 \pm 0.3 a
Área foliar específica (cm ² /g)	71.5 \pm 9.5 a	69.4 \pm 10.1 a

4.2. Análises anatômicas qualitativas

A estrutura anatômica qualitativa do limbo foliar é semelhante entre os indivíduos dos ambientes analisados. O limbo das folhas de *M. polymorphum* possui epiderme unisseriada na face abaxial e multisseriada com uma a três camadas de células na face adaxial (Fig. 4 A-C). As múltiplas camadas da epiderme adaxial podem também representar uma hipoderme, sendo necessários estudos

ontogenéticos para determinar a sua classificação correta (ROSSATO; KOLB, 2010). Além disso, há uma cutícula evidente sobre a face adaxial (Fig. 4 A-C). As células epidérmicas comuns possuem contornos retos a levemente sinuosos em ambas as faces epidérmicas em vista frontal (Fig. 4 D). Quando observado em corte transversal, pode-se observar que as células da epiderme adaxial são maiores do que as da face abaxial, possuindo formato esférico ou quadrado, enquanto as abaxiais possuem formato tabular (Fig. 4 A e B). Os estômatos são do tipo anomocítico, presentes apenas na face abaxial da folha (Fig. 4 D). Além disso, foram observados tricomas tectores altamente ramificados em toda a superfície epidérmica da face abaxial, estando ausentes na face adaxial (Fig. 4). O mesofilo é heterogêneo e constituído por duas a três camadas de parênquima paliçádico e cerca de cinco a oito camadas de parênquima lacunoso (Fig. 4 A e B). Feixes vasculares pequenos estão distribuídos ao longo do limbo, inseridos na parte superior do parênquima esponjoso, contendo extensões da bainha constituídas por fibras esclerenquimáticas que chegam à epiderme (Fig. 4 B).

A nervura central, quando observada em corte transversal, tem formato côncavo-convexo (Fig.5 A). Em ambas as faces da nervura, a epiderme é unisseriada e suas células possuem formato arredondado a levemente alongado, com parede periclinal externa ondulada e presença de cutícula (Fig. 5). Tricomas tectores ramificados estão presentes apenas na face abaxial (Fig. 5). O córtex é constituído por três a cinco camadas de colênquima subepidérmico, seguido por parênquima de preenchimento (Fig. 5). O sistema vascular é constituído por um feixe vascular colateral com formato de meia-lua bem desenvolvido e localizado na face abaxial, circundado por um periciclo esclerenquimático (Fig. 5).

Figura 4 - Cortes transversais (a - c) e secções frontais (d) do limbo de folhas de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho. (a, b) Vista geral do limbo foliar. (c) Detalhe da epiderme adaxial, com múltiplas camadas de células. (d) Vista frontal da epiderme da face abaxial. Legendas: seta = cutícula; abe = epiderme da face abaxial; ade = epiderme da face adaxial; mvb = feixe vascular menor; pp = parênquima paliçádico; sp = parênquima esponjoso; st = estômato; tt = tricoma tector.

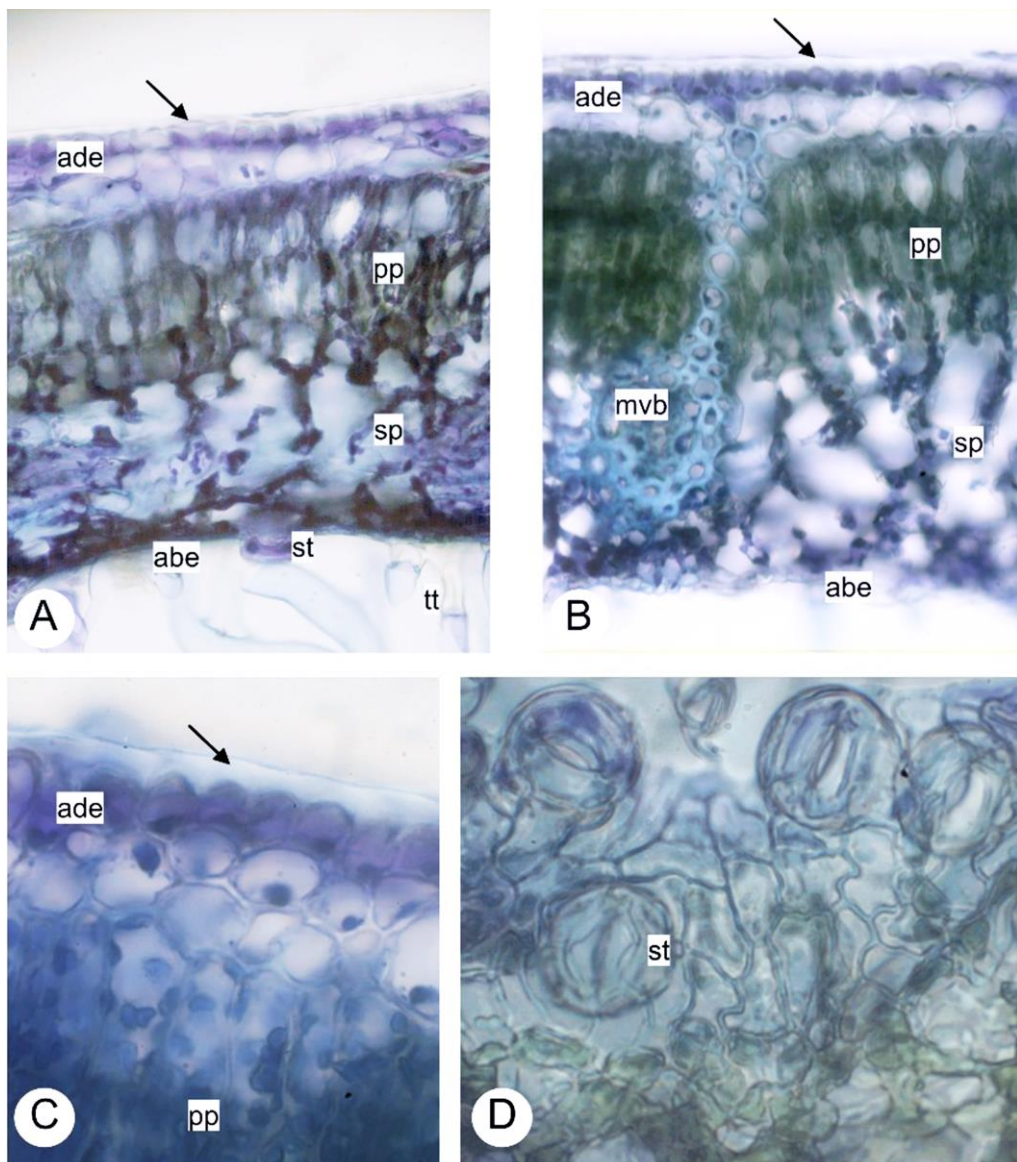
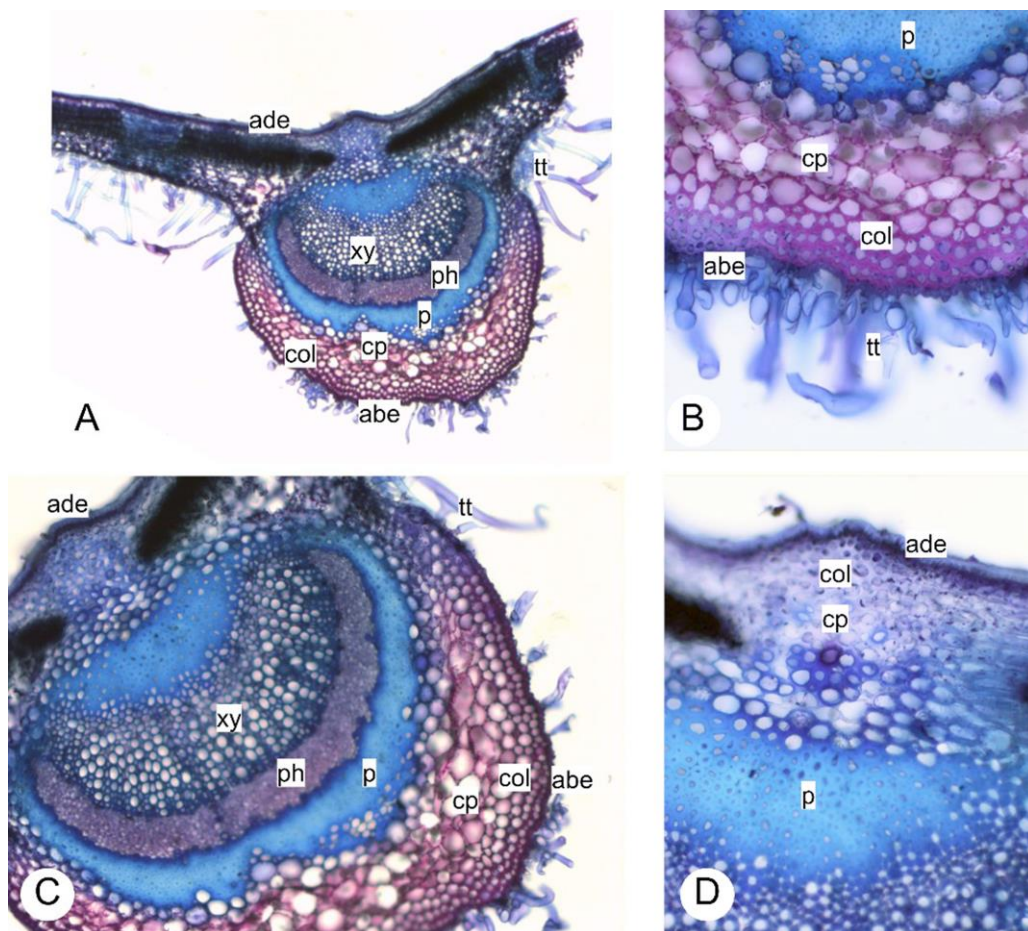


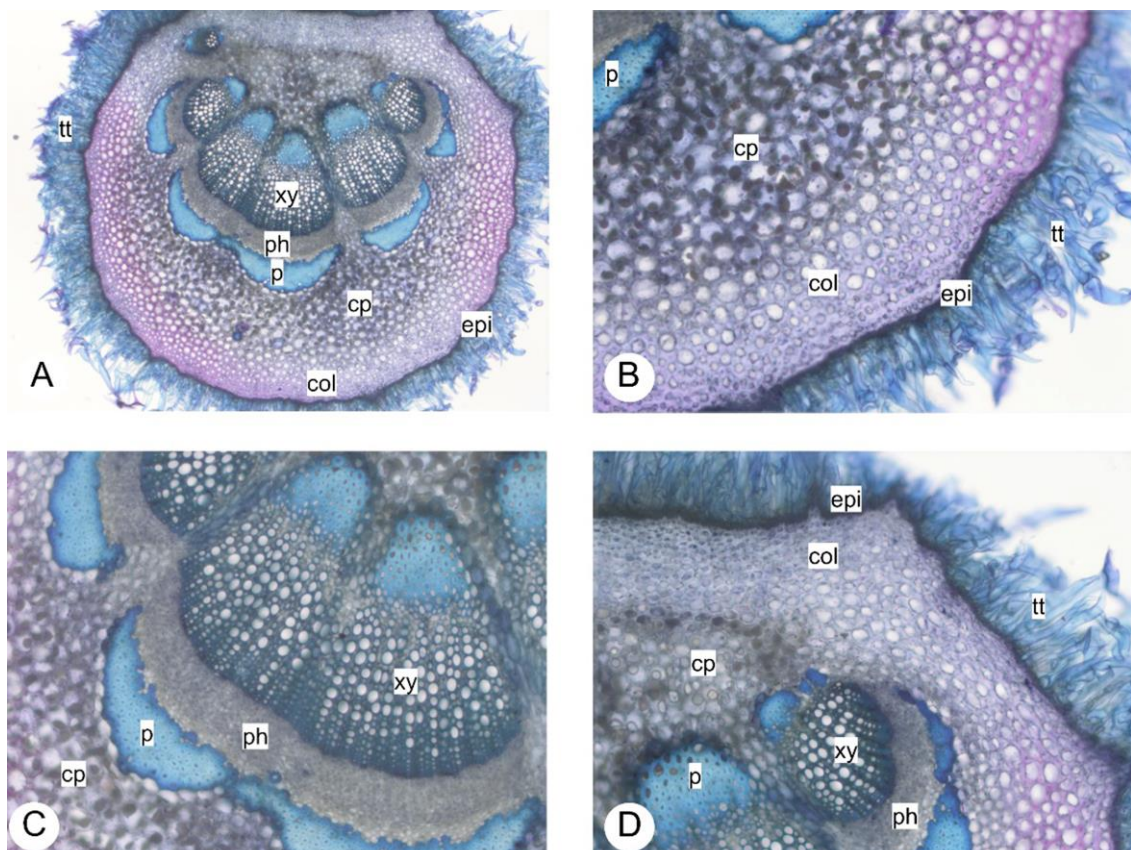
Figura 5 - Cortes transversais da nervura central de folhas de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho. (a) Vista geral da nervura central. (b) Detalhe da face abaxial da nervura central. (c) Detalhe da nervura central. (d) Detalhe da face adaxial da nervura central. Legendas: abe = epiderme da face abaxial; ade = epiderme da face adaxial; col = colênquima; cp = parênquima cortical; p = periciclo; ph = floema; tt = tricoma tector; xy = xilema.



Já o pecíolo, em corte transversal, possui formato côncavo-convexo, sendo mais arredondado na face abaxial e reto na face adaxial (Fig. 6 A). Entretanto, seu formato apresentou certa variação, sendo observados pecíolos com formato irregular, com projeções abaxiais em certas folhas de indivíduos do Cerrado. A

epiderme é unisseriada, com células de formato esférico a achatado, apresentando parede periclinal externa ondulada (Fig. 5 C e D). Tricomas tectores ramificados também estão presentes por toda a superfície epidérmica (Fig. 5 A). O córtex é composto por duas a cinco camadas de colênquima subepidérmico e parênquima de preenchimento (Fig. 5). Os feixes vasculares são colaterais e estão distribuídos em um formato de meia-lua, apresentando periciclo esclerenquimático (Fig. 5 C).

Figura 6 - Cortes transversais do pecíolo de folhas de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho. (a) Vista geral do pecíolo. (b) Detalhe da face abaxial do pecíolo. (c) Detalhe do feixe vascular do pecíolo. (d) Detalhe da face adaxial do pecíolo. Legendas: col = colênquima; cp = parênquima cortical; epi = epiderme; p = periciclo; ph = floema; tt = tricoma tector; xy = xilema.



A estrutura anatômica foliar qualitativa de *M. polymorphum* apresentou pouca variação entre indivíduos de Cerrado e Mata Atlântica. Os fatores ambientais distintos influenciam as estruturas das plantas a curto prazo, promovendo a variação fenotípica, ou em maior prazo, por meio do processo evolutivo, favorecendo certas características mais bem adaptadas e fixando-as geneticamente (GONÇALVES, 2007 *apud* BAAS, 1973). Assim, o mesmo padrão nos ambientes, observado para as características qualitativas, pode indicar uma fixação genética das mesmas; e por possuir pouca plasticidade, é possível verificar o valor taxonômico dessas características para *M. polymorphum*. Características anatômicas similares foram descritas por trabalhos anteriores, reforçando sua fixação (ROSSATO; KOLB, 2010; SÁ JUNIOR *et al.*, 2013; YOUSSEF *et al.*, 2013). Tais dados podem ser úteis para estudos farmacológicos futuros, visto que a espécie possui aplicações medicinais tradicionais (BUENO *et al.*, 2005; YOUSSEF *et al.*, 2013).

4.3. Análises anatômicas quantitativas

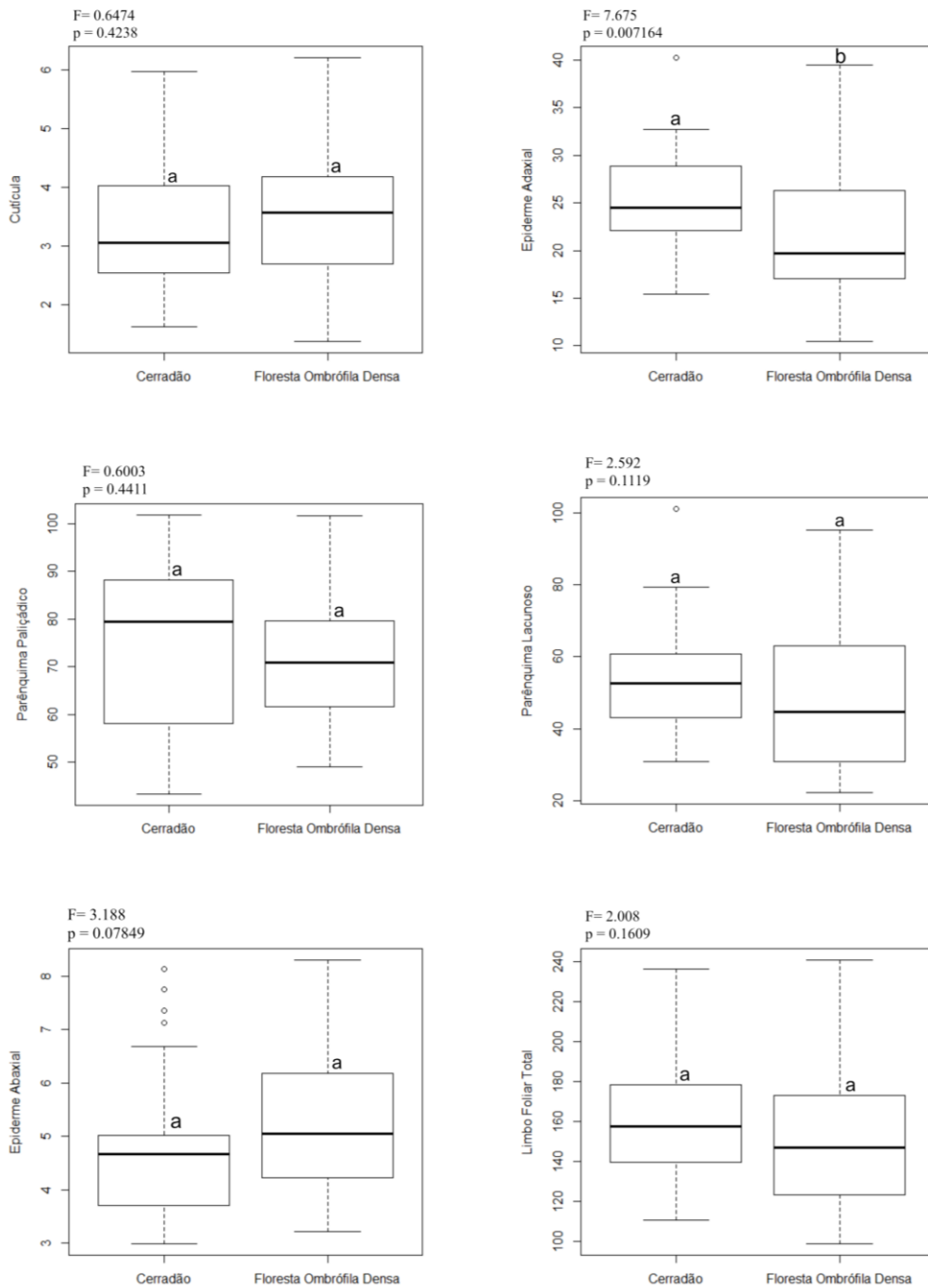
No limbo foliar, a espessura da maioria dos tecidos não variou entre indivíduos de Cerrado e Mata Atlântica, sendo as espessuras da cutícula, dos parênquimas paliçádico e esponjoso, da epiderme abaxial e do limbo foliar total a mesma em ambos os ambientes (Tabela 3, Gráfico 1). Entretanto, a espessura da epiderme da face adaxial da folha diferiu significativamente entre indivíduos do cerrado e da floresta ombrófila, sendo maior naqueles do cerrado do que naqueles da floresta ombrófila (Tabela 3, Gráfico 1 B). É comum em ambientes mais secos a presença de uma epiderme mais espessa como uma maior barreira para

evitar a perda de água, uma vez que dissipa luz solar e calor (WESTOBY, 1998), sendo, portanto, vantajosa no cerradão. Uma maior espessura da epiderme adaxial também está relacionada com a proteção de tecidos fotossintéticos, já que auxilia na dissipação de luz solar e calor, por meio da reflexão ou do amortecimento dos raios solares, quando espécies se desenvolvem em solos pobres, como é o caso do cerradão (ROSSATO; KOLB, 2010). Resultados semelhantes, com maior espessura da epiderme adaxial em folhas de ambientes com maior incidência luminosa e escassez hídrica, também foram encontrados por Rossato e Kolb (2010), Pireda *et al.* (2019) e Ariano *et al.* (2022).

Tabela 3 - Variáveis anatômicas de folhas de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho apresentadas como média \pm desvio padrão no cerradão e na floresta ombrófila densa. Letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0.05$).

Variáveis	Cerradão	Floresta ombrófila densa
Espessura da cutícula (μm)	3.3 \pm 1.2 a	3.5 \pm 1.2 a
Espessura da epiderme adaxial (μm)	25.4 \pm 5.8 a	21.8 \pm 7.3 b
Espessura do parênquima paliçádico (μm)	73.8 \pm 16.6 a	71.1 \pm 12.5 a
Espessura do parênquima lacunoso (μm)	53.5 \pm 14.2 a	49.4 \pm 20.6 a
Espessura da epiderme abaxial (μm)	4.8 \pm 1.3 a	5.3 \pm 1.3 a
Espessura total do limbo (μm)	160.8 \pm 28.2 a	151.1 \pm 34.5 a
Densidade estomática (estômatos/ mm^2)	1282.6 \pm 170.3 a	1337.2 \pm 253.0 a
Diâmetro polar de estômatos (μm)	18.5 \pm 2.4 a	18.8 \pm 1.9 a
Diâmetro equatorial de estômatos (μm)	16.4 \pm 1.6 a	16.9 \pm 1.5 a
Funcionalidade estomática	1.1 \pm 0.1 a	1.1 \pm 0.1 a
Diâmetro dos vasos no xilema do pecíolo (μm)	11.0 \pm 0.9 a	11.1 \pm 0.8 a
Fração de córtex e epiderme no pecíolo (%)	77.0 \pm 4.6 b	81.1 \pm 6.0 a
Fração de fibras pericíclicas no pecíolo (%)	7.8 \pm 2.8 a	5.4 \pm 2.3 b
Fração de floema no pecíolo (%)	5.7 \pm 1.1 a	5.8 \pm 1.7 a
Fração de xilema no pecíolo (%)	9.5 \pm 1.6 a	7.7 \pm 2.5 b

Gráfico 1 – Variação da espessura de tecidos no limbo de folhas de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho em cerrado e floresta ombrófila (cutícula, epiderme da face adaxial, parênquima paliçádico, parênquima lacunoso, epiderme da face abaxial e espessura total do limbo). Letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0.05$).

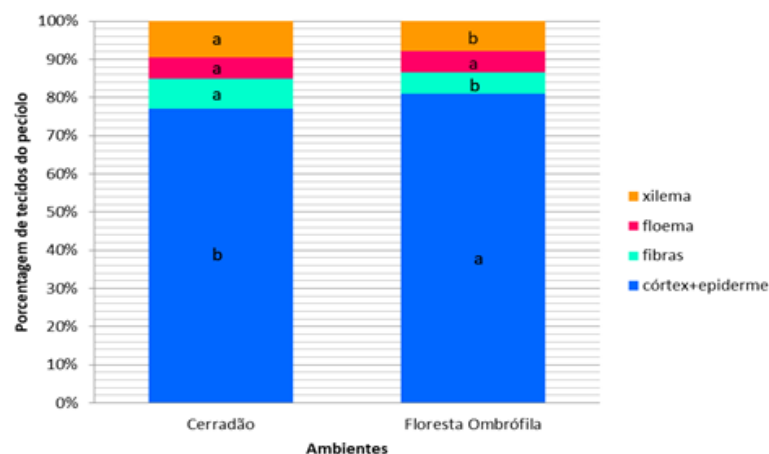


A densidade, os diâmetros polar e equatorial e a funcionalidade dos estômatos também não variaram entre os indivíduos de cerrado e floresta ombrófila (Tabela 3). Elevados valores de funcionalidade estomática inferem uma maior eficiência do uso de água para obter gás carbônico, devido a uma menor área de estômato aberto (CASTRO *et al.*, 2009). Uma maior densidade e uma maior funcionalidade dos estômatos são características adaptativas para ambientes com uma menor disponibilidade de recursos hídricos, garantindo uma maior eficiência na abertura e fechamento dos estômatos e, assim, prevenindo a perda excessiva de água por transpiração (CASTRO *et al.*, 2009; DICKISON 2000; MOREIRA *et al.*, 2013). A ausência de variações nessas características demonstra que os estômatos dos indivíduos analisados não têm a sua estrutura grandemente alterada por fatores ambientais.

No pecíolo, o diâmetro dos vasos do xilema não variou entre os ambientes analisados (Tabela 3). A ausência de diferenças significativas no diâmetro dos vasos indica que a espécie não altera a funcionalidade hidráulica das folhas em resposta às condições ambientais contrastantes. Esse resultado vai contra a expectativa de que plantas ajustam o calibre dos vasos para otimizar o transporte de água sob diferentes disponibilidades hídricas (TYREE; ZIMMERMANN, 2002, HACKE, 2017). A fração de floema (%) no pecíolo também não variou entre os ambientes, porém, as frações de xilema, de fibras e de córtex e epiderme apresentaram diferença significativa entre indivíduos de Cerrado e Mata Atlântica (Tabela 3, Gráfico 2). Indivíduos do Cerrado apresentaram uma maior porcentagem de fibras pericíclicas e xilema, enquanto possuem uma menor fração de córtex e epiderme do que indivíduos da Mata Atlântica. Um maior investimento em estruturas

escleromórficas (xilema e esclerênquima) em folhas é uma característica adaptativa para ambientes abertos e solos oligotróficos. Os solos do cerrado são considerados oligotróficos, com baixas concentrações de nutrientes como N, P e K e altas concentrações de Al, o que também favorece a seleção de folhas mais escleromórficas e, portanto, persistentes (MEDINA *et al.*, 1990; HARIDASAN, 2001 *apud* ROSSATO; KOLB, 2010; JUHÁZS *et al.* 2006 *apud* ROSSATO; KOLB, 2010). Este processo de esclerificação observado em folhas de plantas de solos com deficiência de nutrientes pode ser explicado pela mudança de rotas metabólicas e mecanismos fisiológicos (SERENESKI-LIMA *et al.*, 2022). Além disso, folhas oligotróficas, que apresentam grande quantidade de esclerênquima, podem ser consideradas vantajosas contra herbivoria, pois são associadas a menores danos foliares (MARQUIS; MORAIS; DINIZ, 2002). Um maior nível de escleromorfismo foliar foi observado em plantas do Cerrado, associadas a solos mais pobre e secos, por Delgado *et al.* (2013) e Souza *et al.* (2015).

Gráfico 2 - Fração de tecidos no pecíolo de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho em cerrado e floresta ombrófila. Letras distintas dentro dos blocos de mesma cor diferem entre si significativamente entre os ambientes ($p < 0.05$).



5. CONCLUSÕES

Apesar da verificação de adaptações na anatomia das folhas de *Moquiniastrum polymorphum*, não foi possível verificar diferenças significativas em seus parâmetros morfológicos foliares no cerradão e na floresta ombrófila densa. A descrição qualitativa da anatomia de folhas de *M. polymorphum* vai de acordo com descrições prévias da anatomia foliar da espécie, reforçando o valor taxonômico dessas características e indicando uma fixação genética das mesmas.

Foi possível observar a presença de características quantitativas anatômicas vantajosas para ambientes contrastantes quanto a incidência luminosa e condições edáficas em indivíduos de *M. polymorphum*, como o maior investimento em xilema e fibras esclerenquimáticas no pecíolo e maior espessura da epiderme da face adaxial do limbo das folhas de indivíduos do cerradão. O maior investimento de estruturas escleromórficas nos pecíolos de indivíduos do cerradão é uma característica representativa de indivíduos de ambientes com solos oligotróficos. Já a epiderme adaxial das folhas foi mais espessa no cerradão, e pode representar uma adaptação importante para ambientes com uma maior incidência luminosa.

Não foram encontradas diferenças morfológicas ou anatômicas relacionadas a variações de condições hídricas, sendo possível concluir que as variações na composição do solo e na irradiância entre o cerradão e a floresta ombrófila parecem impactar mais os tecidos foliares do que a seca sazonal.

Com o entendimento adequado da dinâmica de resposta dessa espécie a diferentes condições ambientais, permite-se uma melhor compreensão da sua potencialidade para uso em projetos de restauração, reforçando a sua

importância ecológica. Também se faz possível aprofundar a compreensão de sua possível resposta às iminentes mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. W.; MELO JÚNIOR, J. C. F. Plasticidade morfológica de *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (Myrtaceae) ocorrente em Mata Atlântica e Cerrado. *Iheringia. Série Botânica*, Porto Alegre, v. 71, n. 3, p. 261–268, 2017.
- ARIANO, A. P. R.; PESSOA, M. J. G.; RIBEIRO-JÚNIOR, N. G.; EISENLOHR, P. V.; SILVA, I. V. Structural leaf attributes indicate different degrees of xeromorphism: New discoveries in cooccurring species of savanna and forest formations. *Flora*, v. 286, n. 151972, 2022.
- BAAS, P. The anatomy of *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. *Blumea*. n. 21, p. 193-258, 1973.
- BATALHA, M. A. O Cerrado é savana? *Oecologia Australis*, v. 15, n. 1, p. 18–30, 2011.
- BLAGITZ, Marcela; MACHADO, Silvia Rodrigues; MARCATI, Carmen Regina. Savanna trees do not have thicker outer bark than forest trees of two tropical species. *Flora*, v. 251, p. 20-31, 2019.
- BLAGITZ, Marcela; NOGUEIRA, A.; MARCATI, Carmen Regina. Differences of the stem vascular system across populations of two tropical species under contrasting water conditions. *IAWA Journal*, v. 43, n. 1-2, p. 20-41, 2022.
- BOEGER, M. R. T. *et al.*. Variabilidade morfológica foliar de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná. *Brazilian Journal of Botany*, v. 31, n. 3, p. 443–452, jul. 2008.
- BRANDES, A. *et al.* Fire records in tree rings of *Moquiniastrium polymorphum*: potential for reconstructing fire history in the Brazilian Atlantic Forest. *Acta Botanica Brasilica*, v. 33, p. 54–63, 2018.
- BUENO NR, CASTILHO RO, BRITO R, POTT A, POTT VJ, SCHEIDT GN, BATISTA MS. Medicinal plants used by the Kaiowá and Guarani indigenous populations in the Caarapó Reserve, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 19: 39–44. 2005.
- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**. Editora UFLA, Lavras, 2009.
- CORRÊA, B. J. S. *et al.* Fenologia e aspectos da biologia floral de *Moquiniastrium polymorphum* (Less.) G. Sancho (Asteraceae) em plantio de restauração florestal. *Acta Biológica Catarinense*, Joinville, v. 5, n. 3, p. 65–77, 2018.

COUTINHO, L. M. O bioma do cerrado. In: KLEIN, A. L. (Org.). **Eugen Warming e o Cerrado brasileiro**. São Paulo: UNESP, 2002. p. 77–92.

DA SILVA, B. H. P.; ROSSATTO, D. R. Leaf tolerance to heat is independent of leaf phenology in neotropical savanna trees. **Trees**, Cham, v. 38, p. 1343–1350, 2024.

DELGADO, M. N.; GOMES, M. R. A.; BÁO, S. N.; ROSSATTO, D. R. Fertilisation residues alter leaf scleromorphy in an evergreen savannah shrub (*Maprounea brasiliensis*, Euphorbiaceae). **Australian Journal of Botany**, v. 61, p. 266–273, 2013.

DESTEFANI B. R. *et al.*, **Clima**. In ESALQ – USP, 4º Relatório Temático Do Projeto Parcelas Permanentes, Parte II: Clima, 1–54. <http://www.lerf.eco.br/capa.asp?j=7>

DICKISON, W. C. **Integrative Plant Anatomy**. San Diego: Academic Press, 2000.

DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F. A vegetação dos remanescentes de cerrado no estado de São Paulo. In: BITENCOURT, M. D.; MENDONÇA, R. C. (Org.). **Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo: Annablume, 2004. p. 29–56.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 2nd ed. Brasília: Embrapa. 2013

ESALQ – USP – ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Parcelas Permanentes em 40 ha de florestas do Estado de São Paulo: uma experiência multidisciplinar**. 2006.

Esau K. 1974. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Blucher.

FLORA DO BRASIL 2020. *Moquiniastrum polymorphum*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

GONÇALVES, A. C. **Variação intraespecífica na anatomia de lenho de *Caesalpinia echinata* Lam. (Leguminosa – Caesalpinioideae)**. 32p. Monografia (Bacharel em Biologia) - Universidade de Santa Úrsula, 2007.

HACKE, U. G.; SPICER, R.; SCHREIBER, S. G.; PLAVCOVÁ, L. An ecophysiological and developmental perspective on variation in vessel diameter. **Plant, Cell & Environment**, v. 40, n. 6, p. 831–845, 2017.

HARIDASAN, M. Nutrient cycling as a function of landscape and biotic characteristics in the cerrados of Central Brazil. In: M.E. McClain; R.L. Victorial & J.E. Richey (eds.). **The biogeochemistry of the Amazon Basin**. New York, Oxford University Press, Pp. 68-83. 2001.

HOFFMANN, W. A. *et al.* Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. **Functional Ecology**, v. 19, p. 932–940, 2005.

ISHARA, K. L.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S. Richness and similarity of the Cerrado vascular flora in the central west region of São Paulo state, Brazil. **Check List**, v. 8, n. 1, p. 32–42, 2012.

JUHÁSZ, C.E.P.; CURSI, P.R.; COOPER, M.; OLIVEIRA, T.C. & RODRIGUES, R.R. Soil water dynamics in a toposequence under Savanna Woodland (Cerradão) in Assis, Sp, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo** 30: 401-412, 2006.

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: Rima, 2000.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 6. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. v. 1.

MARQUIS, R. J.; MORAIS, H. C.; DINIZ, I. R. Interactions among cerrado plants and their herbivores: Unique or typical? In. OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. **The Cerrados of Brazil**. Nova York: Columbia University Press, p. 326-328, 2002.

MEDINA; ERNESTO, *et al.* Sclerophylly and Oligotrophic Environments: Relationships Between Leaf Structure, Mineral Nutrient Content, and Drought Resistance in Tropical Rain Forests of the Upper Río Negro Region. **Biotropica**, vol. 22, no. 1, pp. 51–64, 1990.

MOREIRA, A. S. F. P. *et al.* Do leaf traits in two *Dalbergia* species present differential plasticity in relation to light according to their habitat of origin? **Australian Journal of Botany**, v. 61, p. 592–599, 2013.

OLIVEIRA JB, CARMARGO MN, ROSSI M, CALDERANO-FILHO B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Embrapa Solos. 1999.

PINHEIRO, Luiz Felipe Souza; KOLB, Rosana Marta; ROSSATTO, Davi Rodrigo. Leaf anatomical traits of non-arboreal savanna species along a gradient of tree encroachment. **Functional Plant Biology**, v. 51, n. 7, p. 674-685, 2024.

PIREDA, Saulo; OLIVEIRA, Dhiego da Silva; BORGES, Neilor Lacorte; FERREIRA, Gabriel do Amaral; BARROSO, Laura Mathias; SIMIONI, Priscila; VITÓRIA, Angela Pierre; CUNHA, Maura Da. Acclimatization capacity of leaf traits of species co-occurring in restinga and seasonal semideciduous forest ecosystems. **Environmental and Experimental Botany**, v. 164, p. 190-202, 2019.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Org.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, 1998. p. 89–166.

RODRIGUES, T. M. *et al.* Four distinct leaf types in the Brazilian Cerrado, based on bundle sheath extension morphology. **Botany**, Ottawa, v. 95, p. 1171–1178, 2017.

ROSSATTO, D. R.; KOLB, R. M.. *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera (Asteraceae) changes in leaf structure due to differences in light and edaphic conditions. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 3, p. 605–612, jul. 2010.

SÁ JUNIOR, Jarbas Joaci de Mesquita; ROSSATTO, Davi Rodrigo; KOLB, Rosana Marta; BRUNO, Odemir Martinez. A computer vision approach to quantify leaf anatomical plasticity: a case study on *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera. **Ecological Informatics**, v. 15, p. 34-43, 2013.

SCARANO FR. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany** 90: 1 – 8. 2002.

SCHLEMPER, V. *et al.* Efeitos antiespasmódicos do extrato hidroalcoólico de *Gochnatia polymorpha* sp. floccosa no íleo cobaia. **Journal of Medicinal Plants Research**. 5: 288-294. 2011

SERENESKI-LIMA, Carolina; BOEGER, Maria Regina; DE CARVALHO, Leticia Larcher. THE INFLUENCE OF EDAPHIC FACTORS ON THE SCLEROPHYLLY OF MANGROVE TREE SPECIES IN SOUTHERN BRAZIL. **Floresta**, [S. l.], v. 52, n. 2, p. 252–260, 2022.

SOUZA, M. C. *et al.*. The length of the dry season may be associated with leaf scleromorphism in cerrado plants. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 3, p. 1691–1699, set. 2015.

SULTAN, S. E. Phenotypic plasticity for plant development, function, and life history. **Trends in Plant Science**, v. 5, n. 12, p. 537-542, 2000.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6ª Ed. Artmed, Porto Alegre, 2017.

TYREE, M. T.; ZIMMERMANN, M. H. **Xylem Structure and the Ascent of Sap**. 2. ed. Berlin: Springer-Verlag, 2002.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

WESTOBY, M. A leaf–height–seed (LHS) plant ecology strategy scheme. **Plant Soil**, v. 199, p. 213–227, 1998.

YOUSSEF, J. *et al.*. *Gochnatia polymorpha*: macro-and microscopic identification of leaf and stem for pharmacognostic quality control. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 23, n. 4, p. 585–591, ago. 2013