

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste documento será disponibilizado somente a partir de 12/02/2028.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências – Câmpus de Botucatu/ Rio Claro
Seção Técnica de Pós-Graduação



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL
(INTERUNIDADES)**

**FOLHAS HOMOBÁRICAS, HETEROBÁRICAS E SUAS
VARIAÇÕES: UM ESTUDO COMPARATIVO DA
DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES COM DIFERENTES TIPOS
FOLIARES NO CERRADO *STRICTO SENSU* E NA
FLORESTA OMBRÓFILA DENSA**

ANA CAROLINA GUEDES PEDREIRA

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal Interunidades Botucatu – Rio Claro.

**BOTUCATU – SP
2025**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Instituto de Biociências – Câmpus de Botucatu/Rio Claro
Seção Técnica de Pós-Graduação



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL
(INTERUNIDADES)**

**FOLHAS HOMOBÁRICAS, HETEROBÁRICAS E SUAS
VARIAÇÕES: UM ESTUDO COMPARATIVO DA
DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES COM DIFERENTES TIPOS
FOLIARES NO CERRADO *STRICTO SENSU* E NA
FLORESTA OMBRÓFILA DENSA**

ANA CAROLINA GUEDES PEDREIRA

PROFA. DRA. TATIANE MARIA RODRIGUES
(ORIENTADORA)

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal Interunidades Botucatu – Rio Claro.

BOTUCATU - SP
2025

P371f

Pedreira, Ana Carolina

Folhas homobárnicas, heterobárnicas e suas variações: : Um estudo comparativo da distribuição de espécies com diferentes tipos foliares no Cerrado stricto sensu e na Floresta Ombrófila Densa / Ana Carolina Pedreira. -- Botucatu, 2026

47 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Botucatu

Orientadora: Tatiane Maria Rodrigues

1. Botânica. 2. Biologia Vegetal. 3. Anatomia Vegetal. 4. Extensão da bainha dos feixes. I. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE ANA CAROLINA GUEDES PEDREIRA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL, DO INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS - CÂMPUS DE BOTUCATU.

Aos 12 de fevereiro de 2026, às 9h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de ANA CAROLINA GUEDES PEDREIRA, intitulada "Folhas homobáricas, heterobáricas e suas variações: um estudo comparativo da distribuição de espécies com diferentes tipos foliares no Cerrado *stricto sensu* e na Floresta Ombrófila Densa". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. TATIANE MARIA RODRIGUES (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Biodiversidade e Bioestatística / UNESP / Câmpus de Botucatu - IBB, Prof.^a Dr.^a ROSANI DO CARMO DE OLIVEIRA ARRUDA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Biologia / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Profa. Dra. EMÍLIA CRISTINA PEREIRA DE ARRUDA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Botânica / Universidade Federal de Pernambuco - UFP, Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final APROVADA. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Profa. Dra. TATIANE MARIA RODRIGUES

Dedicatória

Dedico esse trabalho à minha família, especialmente, ao meu pai Leandro e à minha avó Maria Cléa, que sempre me apoiaram e tornaram possível cada oportunidade de estudo.

Dedico também a todos os profissionais que desenvolvem pesquisas, contribuindo para a transformação de vidas e para o cuidado com o meio ambiente.

Dedico também a todos aqueles que possuem o sonho de transformar o mundo em um local acolhedor e sustentável.

Agradecimentos

À Deus, porque acredito que minha fé possa transformar os desafios da vida em momentos de paz e glória.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de estudos concedida e apoio financeiro (Código de financiamento 001).

À Universidade Estadual Paulista (UNESP), onde tive a oportunidade de conhecer o campo científico e profissionais que me ajudaram a aperfeiçoar os conhecimentos adquiridos na área de Botânica.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal – Interunidades, UNESP, no qual tive experiências pessoais e profissionais inesquecíveis no ramo da Botânica, aulas com excelentes profissionais, participação em eventos regionais e nacionais, dentre outras atividades desenvolvidas.

À Professora Doutora Tatiane Maria Rodrigues, na qualidade de orientadora, quem me ensinou e incentivou para o desenvolvimento desta pesquisa com muita dedicação e êxito.

Ao Doutor Danilo Soares Gissi, pela contribuição nas coletas e identificação das espécies referentes a essa pesquisa.

Ao Professor Doutor Rogério Antônio de Oliveira, do Departamento de Biodiversidade e Bioestatística de Botucatu pela contribuição nas análises estatísticas.

Aos funcionários técnicos do Departamento de Biodiversidade e Bioestatística pela assistência, por meio de auxílio em coletas, organização e preparo de reagentes e apoio à pesquisa.

A todos os colegas, professores e funcionários do Laboratório de Pesquisas em Anatomia Vegetal (LaPav), em especial, às mestrandas Aline Rodrigues de Almeida, Cristiane Figueira Pires e Isabella Tuccilli Maschietto, aos alunos de iniciação científica, Camila Verrone da Silva, Cecília Morbidelli Pereira, João Lucas Martin Francisco, Kaiky Nardoni Picado Pereira, Nara Lis Oliveira Camargo, além da doutora Karla Bianca de Deus Bento. Agradeço a todos pelo apoio, ajuda em campo, organização do laboratório e demais atividades que só aconteceram devido ao auxílio da equipe.

Aos amigos que sempre me apoiaram no desenvolvimento do Mestrado Acadêmico, em especial, às amigas Bruna Mendes Luíz, Karla Martinucho Godeguez e Amanda Rodrigues Marques da Silva.

À minha família, em especial, ao meu pai Leandro Pedreira, minha avó Maria Cléa dos Santos e minha companheira, Camila Fumes, que sempre me apoiaram nos estudos e incentivaram o meu desenvolvimento no mercado de trabalho, além de serem o meu maior apoio emocional durante a vida, nos momentos alegres e não tão alegres.

Peço desculpas se me esqueci de mencionar alguém e amplio meus agradecimentos a todos aqueles que estiveram presentes durante toda a elaboração dessa pesquisa.

Agradeço com muito carinho a todos!

*Sonhos não morrem, apenas adormecem na alma da gente
e basta só uma frase para eles renascem outra vez.*

Chico Xavier.

Sumário

Resumo.....	10
Abstract.....	11
Introdução Geral	12
Objetivos e hipóteses.....	18
Referências Bibliográficas.....	19
CAPÍTULO I.....	26
DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES COM FOLHAS HOMOBÁRICAS, HETEROBÁRICAS E SUAS VARIACIONES NO CERRADO <i>SENSU STRICTO</i> E NA FLORESTA OMBRÓFILA Densa	26
Resumo.....	26
Introdução	28
Material e Métodos.....	29
Resultados.....	32
Tabela 1. Espécies estudadas do Cerrado <i>stricto sensu</i> e da Floresta Ombrófila Densa com maior Índice de Valor de Importância (IVI) de acordo com estudos fitossociológicos e classificação do tipo foliar.....	34
Tabela 2: Número de espécies com folhas homobáricas e heterobáricas no Cerrado <i>stricto sensu</i> e na Floresta Ombrófila Densa.	37
Tabela 3. Número de espécies do Cerrado <i>stricto sensu</i> e da Floresta Ombrófila Densa com os diferentes tipos foliares distribuídas nas famílias e ordens botânicas.	39
Discussão.....	40
Referências Bibliográficas.....	44

Resumo

Em determinadas plantas, a bainha de células que envolve os feixes vasculares imersos no mesofilo foliar se estende em direção à epiderme formando extensões da bainha do feixe (EBF). Folhas com EBF ao redor das nervuras de segunda e terceira ordens, projetadas para ambas as faces do limbo, são denominadas heterobáricas. Na ausência de EBF, as folhas são classificadas como homobáricas. Folhas com características intermediárias, como EBF projetadas apenas para uma das faces do limbo ou EBF apenas em nervuras de maior calibre são classificadas, respectivamente, como semi-heterobáricas e heterobáricas amplas. A compartimentalização do mesofilo pelas EBF pode levar a diferenças funcionais entre os tipos foliares, o que parece estar relacionado à distribuição das plantas no ambiente. Nesse sentido, maior proporção de espécies com folhas heterobáricas tem sido registrada em ambientes xeromórficos, enquanto espécies com folhas homobáricas são dominantes em ambientes mais úmidos. Esse trabalho teve como objetivo investigar a distribuição de espécies com folhas homobáricas, heterobáricas e suas variações no Cerrado *stricto sensu* e na Floresta Ombrófila Densa. Foram analisadas as 20 espécies lenhosas com maior Índice de Valor de Importância em cada área conforme dados fitossociológicos disponíveis na literatura. Amostras de limbo foliar foram processadas conforme técnicas usuais em Anatomia Vegetal. No Cerrado *stricto sensu* foram encontradas dez espécies com folhas homobáricas e dez espécies com folhas heterobáricas (quatro heterobáricas amplas e seis heterobáricas típicas). Na Floresta Ombrófila Densa foram registradas 14 espécies com folhas homobáricas e seis espécies com folhas heterobáricas (três heterobáricas típicas e três heterobáricas amplas). Embora as análises estatísticas não tenham mostrado diferenças significativas na distribuição de espécies com os diferentes tipos foliares entre as duas áreas ($p < 0.465$), parece existir uma tendência à maior abundância de espécies com folhas homobáricas (70%) na Floresta Ombrófila Densa, o que pode estar associado principalmente à maior disponibilidade hídrica nesse ambiente. A proporção homogênea entre espécies com folhas homobáricas e heterobáricas (50%) no Cerrado pode estar associada ao fato de que, embora nessa formação vegetal as espécies estejam expostas à baixa umidade e alta radiação solar, muitas possuem órgãos subterrâneos bastante desenvolvidos capazes de garantir acesso à água mesmo em períodos de seca. Nossos resultados colaboram para o entendimento da relação entre tipo foliar e ambiente, em especial em formações vegetais brasileiras com características contrastantes, além de subsidiar estudos relacionados a aspectos evolutivos e adaptativos das espécies vegetais.

Palavras-chave: anatomia foliar, Cerrado, extensão da bainha do feixe, Mata Atlântica

Abstract

In certain plants, the sheath of cells that surrounds the vascular bundles embedded in the leaf mesophyll extends toward the epidermis, forming bundle sheath extensions (BSEs). Leaves with BSEs around the second- and third-order veins that project toward both sides of the blade are named heterobaric. In the absence of BSEs, the leaves are classified as homobaric. Leaves with intermediate characteristics, such as BSEs projecting toward only one side of the blade or BSEs occurring only in higher-order veins, are classified as semi-heterobaric and larger heterobaric, respectively. The compartmentalization of the mesophyll by BSEs can lead to functional differences among leaf types, which appear to be related to plant distribution in the environments. In this sense, a higher proportion of species with heterobaric leaves has been recorded in xeromorphic environment, whereas species with homobaric leaves are dominant in more humid environments. This study aimed to investigate the distribution of species with homobaric, heterobaric, and intermediate leaf types in the Cerrado *stricto sensu* and the Atlantic Rainforest (Dense Ombrophilous Forest). The 20 woody species with the highest Importance Value in each vegetation formation were analyzed based on phytosociological data available in the literature. Samples from the median region of the leaf blade were processed according to standard techniques in Plant Anatomy. In the Cerrado *stricto sensu*, ten species with homobaric leaves and ten species with heterobaric leaves (six typical heterobaric and four larger heterobaric) were found. In the Atlantic Rainforest, 14 species with homobaric leaves and six species with heterobaric leaves (three typical heterobaric and three larger heterobaric) were recorded. Although the statistical analyses did not show significant differences in the distribution of species with different leaf types between the two areas ($p < 0.465$), there appears to be a trend toward a greater abundance of species with homobaric leaves (70%) in the Atlantic Rainforest, which may be associated with the higher water availability in this environment. The balanced proportion of species with homobaric and heterobaric leaves (50%) in the Cerrado may be related to the fact that, in this vegetation type, species are exposed to low humidity and high solar radiation, while many have well-developed underground organs capable of ensuring access to water even during dry periods. Our results contribute to understanding the relationship between leaf type and environment, especially in Brazilian vegetation formations with contrasting characteristics, and support studies related to evolutionary and adaptive aspects of plant species.

Keywords: Atlantic Forest, bundle sheath extension, Cerrado and leaf anatomy.

Introdução Geral

Folhas homobárnicas, heterobárnicas e suas variações anatômicas: conceitos, aspectos funcionais e distribuição

Entender o comportamento das plantas na natureza é uma abordagem central tanto na Botânica como também na Ecologia. Diversos especialistas têm buscado entender como a Anatomia Vegetal se relaciona com estratégias adaptativas, especialmente, em ecossistemas ameaçados. É nesse sentido que as características foliares têm sido citadas como principais indicadores do uso de recursos pelas plantas e funcionamento de um ecossistema (Tilman *et al.*, 1997), principalmente por estarem intimamente ligadas à fisiologia vegetal.

As folhas são os principais órgãos de realização de fotossíntese nas plantas superiores, responsáveis pela absorção de luz e realização das trocas gasosas (Dickison, 2000). Do ponto de vista anatômico, elas são constituídas por três sistemas de tecidos especializados: sistema de revestimento, sistema fundamental e sistema vascular (Esau, 1965). Além disso, representam o órgão vegetativo com maior variação morfológica e anatômica, adaptando-se ao ambiente e às condições fisiológicas (Dickison, 2000).

Originadas dos meristemas caulinares, as folhas conectam-se ao caule por meio dos traços vasculares (Esau, 1965) que se estendem de forma contínua, passando pelo pecíolo e se ramificando no limbo foliar (Nebelsick *et al.*, 2001) num arranjo específico de acordo com o táxon (Dickison, 2000). De forma geral, a venação foliar das eudicotiledôneas é composta por uma nervura principal (de maior calibre) que se estende pela lâmina foliar e se ramifica em nervuras menores, formando uma rede composta por nervuras de segunda, terceira, quarta e quinta ordens. Já na maioria das monocotiledôneas, as nervuras se organizam de forma paralela, sendo comum a alternância entre nervuras de diferentes calibres (Esau, 1977).

As nervuras foliares, compostas por xilema e floema, estão em íntima associação com os tecidos fundamentais que compõem o mesofilo, especificamente, o parênquima. Nervuras de menor calibre são envolvidas por uma ou mais camadas de células parenquimáticas bem compactadas que isolam os tecidos vasculares do ar presente nos espaços intercelulares do mesofilo (Esau, 1977). As células do mesofilo que envolvem as nervuras foliares são chamadas de bainha do feixe (Esau, 1965) ou endoderme (Menezes, 1971) e atuam na comunicação entre os tecidos vasculares e as células do parênquima clorofiliano (Menezes *et al.*, 2022), desempenhando um papel importante no funcionamento das folhas (Dickison, 2000).

Em algumas plantas, a bainha do feixe pode se estender em direção à superfície de ambas as faces do limbo, formando extensões da bainha do feixe – EBF (Wylie, 1952). Essas estruturas podem ser formadas exclusivamente por células parenquimáticas ou podem apresentar células esclerenquimáticas (Menezes *et al.*, 2022). As folhas que apresentam EBF ao redor das nervuras de segunda, terceira e, eventualmente, quarta ordens e que se projetam para ambas as faces do limbo foliar são classificadas como heterobáricas e possuem o mesofilo dividido em pequenos compartimentos isolados, restringindo a circulação interna de gases. Folhas desprovidas de EBF possuem mesofilo contínuo, o que facilita a difusão lateral de gases pelo limbo foliar (Terashima, 1992; Morison & Lawson, 2007) e são denominadas homobáricas (Wylie, 1952).

Estudos têm comprovado que as EBF promovem conexão entre as nervuras foliares e epiderme, o que reflete no transporte lateral de água e reguladores vegetais, garantindo a comunicação mais eficiente entre os tecidos internos e a epiderme, além de proporcionar rápidas respostas em situações de estresse hídrico em folhas heterobáricas (Terashima, 1992; Buckley *et al.*, 2011). A limitação da difusão lateral dos gases no mesofilo promovida pelas EBF nas folhas heterobáricas permite que, mesmo com estômatos parcialmente fechados, a concentração de gás carbônico se mantenha elevada na folha, favorecendo a manutenção da fotossíntese em condições ambientais adversas (Pieruschka *et al.*, 2010). Assim, a presença de EBF pode representar um mecanismo adaptativo para a regulação da perda de água (Terashima, 1992). Além disso, a presença de EBF, especialmente se constituídas por células com paredes lignificadas, em folhas submetidas à situação de estresse hídrico pode fornecer suporte estrutural para o limbo foliar (Wylie, 1943). Pesquisas tem demonstrado ainda que as EBF atuam como “janelas transparentes” que conduzem luz para as camadas mais internas do mesofilo favorecendo a absorção de luz em cada compartimento, apesar da redução da área fotossinteticamente ativa nas folhas heterobáricas (Nikolopoulos *et al.*, 2002). Assim, de forma comparativa, maiores valores de taxa fotossintética máxima têm sido registrados em espécies com folhas heterobáricas em comparação com folhas homobáricas (Rodrigues *et al.*, 2017; Kenzo *et al.*, 2022).

Além das folhas tipicamente homobáricas ou heterobáricas, estudos mostraram a existência de espécies com folhas com características anatômicas intermediárias, causando conflitos de informações na literatura. Espécies com folhas contendo EBF somente ao redor das nervuras de segunda ordem foram consideradas heterobáricas com grandes compartimentos por Terashima (1992), enquanto Kenzo *et al.* (2007) as consideraram como homobáricas. Entretanto, em estudos recentes envolvendo espécies do Cerrado, Rodrigues *et al.* (2017)

propuseram uma nova categoria para folhas com tal aspecto. Os autores sugeriram o termo folhas heterobáricas amplas (“*larger heterobaric*”) para aquelas onde as EBF ocorrem somente ao redor de nervuras de segunda ordem e conseqüentemente apresentam o mesofilo dividido em grandes compartimentos. Além disso, Rodrigues *et al.* (2017) encontraram em seu estudo espécies com folhas cujas EBF se projetam apenas em direção à uma das faces do limbo, dividindo o mesofilo de forma incompleta, o que os autores denominaram como folhas semi-heterobáricas. O referido estudo mostrou ainda que espécies com folhas heterobáricas amplas apresentaram valores de trocas gasosas semelhantes àquelas com folhas heterobáricas típicas, enquanto espécies com folhas semi-heterobáricas apresentaram taxas fotossintéticas semelhantes àquelas com folhas homobáricas.

As diferenças estruturais e funcionais entre os tipos foliares parecem estar relacionadas a distribuição das plantas no ambiente. Kenzo *et al.* (2007) mostraram que em uma floresta tropical da Malásia, 60% das espécies apresentavam folhas homobáricas, enquanto 40% apresentaram folhas heterobáricas. Além disso, os autores mostraram que a maioria das espécies do sub-bosque e do subdossel apresentou folhas homobáricas, enquanto a maioria das espécies do dossel e das espécies emergentes apresentou folhas heterobáricas. Tais resultados foram associados às diferentes condições de luz e pressão de vapor experimentada pelos indivíduos nos diferentes estratos vegetais. Por outro lado, em florestas decíduas, a maioria das espécies parece apresentar folhas heterobáricas (McClendon, 1992). De acordo com os estudos, a presença de EBF contribui para o suporte mecânico das folhas e aumenta a capacidade fotossintética, melhorando as propriedades hidráulicas das folhas (Kenzo *et al.*, 2007).

No que se refere às formações vegetais brasileiras, Boeger *et al.* (2016) analisaram a distribuição de espécies com folhas homobáricas e heterobáricas em áreas de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil. A proporção de espécies com os diferentes tipos foliares não diferiu entre as formações florestais. No entanto, os autores observaram que espécies com folhas heterobáricas foram mais abundantes nos estratos superiores, enquanto espécies com folhas homobáricas foram mais comuns nos estratos inferiores da vegetação. Os autores sugeriram que a estratificação luminosa atua como um filtro ecológico na composição da vegetação dessas florestas, favorecendo a ocorrência de espécies com folhas heterobáricas em locais com maior intensidade luminosa e temperatura.

Mendes *et al.* (2016) avaliaram, de forma comparativa, a distribuição de espécies com folhas homobáricas e heterobáricas em três formações vegetais brasileiras: Cerrado *stricto sensu*, Cerradão e Floresta Estacional Semi-decidual. Apesar de espécies com folhas homobáricas serem mais abundantes em todos os ambientes analisados, os autores observaram

que 50% das espécies com folhas heterobáricas ocorreram no Cerradão, 41,2% no Cerrado *stricto sensu* e apenas 8,8% na Floresta Estacional Semi-decidual. No entanto, no referido trabalho, Mendes *et al.* (2016) analisaram todas as espécies presentes em quadrantes previamente determinados nas formações vegetais. Não se pode afirmar que os resultados seriam semelhantes se tivessem sido analisadas as espécies mais representativas de cada formação vegetal e com maior relevância ecológica em cada ambiente. Nesse contexto, a delimitação das espécies a serem analisadas com base em índices ecológicos, tais como Índice de Valor de Importância (IVI), poderia trazer informações mais conclusivas sobre a importância dos caracteres anatômicos investigados no sucesso das plantas na colonização dos diferentes ambientes. A determinação do IVI das espécies que compõem uma determinada área envolve valores relativos de abundância, dominância e frequência (Curtis, 1950) e é muito utilizado para determinar a importância ecológica das espécies (Queiroz et al., 2007).

Referências Bibliográficas

ÁLVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22 (6), 711–728, 2013.

BOEGER, M. R. T.; SILVA, M. M; NOGUEIRA, G.; ALVARENGA, A.; PERETO, S.S. Occurrence of homobaric and heterobaric leaves in two forest types of southern Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 30 (2), 304–312, 2016.

BUCKLEY, T. N.; SACK, L.; GILBERT, M. E. The role of bundle sheath extensions and life form in stomatal responses to leaf water status. *Plant Physiology* 156 (2), 962-973, 2011.

CHIMINAZZO, M.A. ; BOMBO, A.B. ; CHARLES-DOMINIQUE, T. ; FIDELIS, A. Bark production of generalist and specialist species across savannas and forests in the Cerrado, *Annals of Botany* 131 (4), 613–621, 2023.

CURTIS, J. T.; MCINTOSH, R.P. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology*, 31 (3), 434-455, 1950.

DICKISON, CW. Integrative Plant Anatomy. San Diego: Academic Press, 2000.

ESAU, K. *Plant Anatomy*. 2 ed. New York: John Wiley, 1965.

ESAU, K. *Anatomy of Seed Plants*. 2 ed. New York: John Wiley, 1977.

FERNANDES, C.R. Floresta Atlântica: *Reserva da Biosfera* 20^a ed. Embrapa Florestas Curitiba: Tempo Integral, 2003.

FURQUIM, L.C; SANTOS, M.P; ANDRADE, C.A.O; OLIVEIRA, L. A; EVANGELISTA, A.W.P. Relação entre plantas nativas do Cerrado e água. *Científic@ - Multidisciplinary Journal*, 5 (2), 146 – 156 2018.

HARIDASAN, M.; ARAUJO, G. M. Aluminium-accumulating species in two forest communities in the Cerrado region of Central Brazil. *Forest Ecology and Management*, 24 (1), 15–26, 1988.

ISHARA, K. L.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S. Community structure and comparative analysis of the woody component of a Cerrado remnant in Southeastern Brazil. *Hoehnea*, 37 (2), 199-210, 2010.

KENZO, T.; ICHIE, T.; WATANABE, Y.; HIROMI, T. Ecological distribution of homobaric and heterobaric leaves in tree species of Malaysian lowland tropical rainforest. *American Journal of Botany*, 94 (5), 764-775, 2007

KENZO, T.; MOHAMAD, M. ; ICHIE, T. Leaf toughness increases with tree height and is associated with internal leaf structure and photosynthetic traits in a tropical rain forest. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5, 1 – 16, 2022.

KLEIN, A. L. *Eugen Warming e o Cerrado brasileiro: um século depois*. São Paulo: Editora Unesp, 2002.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, 1, (1), 147-155, 2005.

LIMA, R. A. F.; DAUBY, G.; GASPER, A. L.; FERNANDEZ, E. P.; VIBRANS, A. C.; OLIVEIRA, A. A.; PRADO, P. I.; SOUZA, V. C.; SIQUEIRA, M. F.; STEEGE, H. Comprehensive conservation assessments reveal high extinction risks across Atlantic Forest trees. *Science*, 383(6679), 219–225, 2024.

- LIMA, R. R. F. Cenário da conservação e da degradação da Mata Atlântica do SEALBA: uma exposição necessária. *Revista Contexto Geográfico*, 10 (23), 2025.
- LONGHI, L. B.; TERUYA, G. M.; CARNEIRO, T. E. B.; PAIVA, W. S.; MARTINS, A. R. Leaf anatomy of young legume trees from Cerrado as a support to the taxonomy. *Acta Botanica Brasílica*, 47 (4), 1047 -1059, 2024.
- MCCLENDON, J. H. Photographic survey of the occurrence of bundle-sheath extensions in deciduous dicots. *Plant Physiology*, 99 (4), 1677–1679, 1992.
- MENDES, K. R.; MACHADO, S. R.; AMARO, A.C.E; SILVA, S.C.M; JÚNIOR, V.F; RODRIGUES, T.M. Distribution of homobaric and heterobaric leafed species in the Brazilian Cerrado and seasonal semideciduous forests. *Flora*, 225, 52–59, 2016.
- MENEZES, N. L. Traqueídes de transfusão no gênero *Vellozia* (Velloziaceae) Vand. *Ciência e Cultura*, 23, 389–409, 1971.
- MENEZES, N. L.; SILVA, D. C.; PINNA, G.F.A.M. Folha. In Appezatto-da-Glória, B. & Carmello-Guerreiro, S.M. (Orgs.). *Anatomia Vegetal* (pp. 288 – 295). UFV, Viçosa, 2022.
- MIRANDA, H.S. ; SATO, M.N. ; NETO, W.N. ; AIRES, F.S. Fires in the cerrado, the Brazilian savanna. In: Cochrane, M.A. (ed) *Tropical fire ecology: climate change, land use, and ecosystem dynamics*. Springer, Berlin, Heidelberg, 427–450, 2009.
- MORISON, J. I. L.; LAWSON, T. Does lateral gas diffusion in leaves matter? *Plant, Cell and Environment*, 30 (9), 1072–1085, 2007.
- MORELLATO, L.P.C.; HADDAD, C.F.B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, 32 (4b), 786-792, 2000.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403 (6772), 853–858, 2000.

NASCIMENTO, E. L. M.; VELAZCO, S.J.E; RAMOS, F.M.; RAMOS, R.G.; SOTERRONI, A.C.; TESSAROLO, G. Climate change and feeble governance threaten the endangered endemic Cerrado flora in Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 23(4), 100–112. 2025.

NOGUEIRA, L. R.; DOMPIERI, M. H. G.; CRUZ, M. A. S. GeoTAB: Identificação dos biomas e da vegetação na região de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros. *Scientia Plena*, 15(11), 1-20, 2019.

NIKOLOPOULOS, D.; LIAKOPOULOS, G.; DROSSOPOULOS, I; KARABOURNIOTIS, G. The relationship between anatomy and photosynthetic performance of heterobaric leaves. *Plant Physiology*, 129 (1), 235–243, 2002.

OLIVEIRA, A.T.F; FONTES, M.A. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate. *Biotropica*, 793-810, 2006.

OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a Neotropical savanna (424 p.). *Columbia University Press*, New York, 2002.

OLIVEIRA, R.S.; BEZERRA, L.; DAVIDSON, E.A.; PINTO, F.; KLINK, C.A.; NEPSTAD, D.C.; MOREIRA, A. Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. *Functional Ecology*, 19, 574-581, 2005.

PIERUSCHKA, R.; CHAVARRÍA-KRAUSER, A.; SCHURR, U.; JAHNKE, S. Photosynthesis in lightfleck areas of homobaric and heterobaric leaves. *Journal of Experimental Botany*, 61(4), 1031–1039, 2010.

PRATA, E. M.; ASSIS, M. A.; JOLY, C. A composição florística e estrutura da comunidade arbórea na transição da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas – Floresta Ombrófila Densa Submontana do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba, sudeste do Brasil. *Biota Neotropical*, 11(2), 286–299, 2011.

QUEIROZ, W. T.; SOUZA, A. L.; SILVA, J. F. Índice de valor de importância de espécies arbóreas da Floresta Nacional do Tapajós via análises de componentes principais e de fatores. *Ciência Florestal*, 27(1), 47–59, 2007.

REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SPERA, S.T.; MARTINS, E.S. *Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos*. In Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds)., v.1, (pp.107 –149), Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2008.

RESENDE, A. F., GAVIOLI, F. R., CHAVES, R. B., METZGER, J. P., PINTO, L. F. G., PIFFER, P. R., KRAINOVIC, P. M., FUZA, M. S., RODRIGUES, R. R., PINHO, M., ALMEIDA, C. T., ALMEIDA, D. R. A., MOLIN, P. G., SILVA, T. S. F., & BRANCALION, P. H. S. How to enhance Atlantic Forest protection? Dealing with the shortcomings of successional stages classification. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 22 (2), 101-111, 2024.

RODRIGUES, T. M.; AMARO, A.C.E; BOARO, C.S.F; SILVA, S.C.M.; FERREIRA JÚNIOR, V.; MACHADO, S.R. Four distinct leaf types in the Brazilian Cerrado based on bundle sheath extension morphology. *Botany*, 95 (12), 1171–1178, 2017.

NEBELSICK, A R. ; UHL, D.; MOSBRUGGER, V. ; KERP, H. Evolution and function of leaf venation architecture: a review. *Annals of Botany*, 87(5), 553–566, 2001.

SANTOS, R. C. M. *Mata Atlântica: características, biodiversidade e a história de um dos biomas de maior prioridade para conservação e preservação de seus ecossistemas* (Trabalho de Conclusão de Curso, 31 f.). Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix, Belo Horizonte, MG, 2010.

SCUDELLER, V. *Análise Fitogeográfica da Mata Atlântica*. [Tese de Doutorado em Biologia Vegetal] - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

SILVA, F.A.M.; ASSAD, E.D; EVANGELISTA, B.A. *Caracterização climática do bioma Cerrado*. In Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds). v.1, (pp.69 – 88), Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2008.

SILVA, M. L., BATISTA, M. A., RAMALHO, M., FREITAS, H. M. B., & SILVA, E. M. Breve incursão sobre a biodiversidade da Mata Atlântica. In C. R. Franke, P. L. B. da Rocha, W. Klein, & S. L. Gomes (Eds.), *Mata Atlântica e biodiversidade* (pp. 39–92). Edufba, 2005.

SILVA, J.E.L.; PEREIRA, T.T.C.; SIQUEIRA, M.V.B.M.; A look-out to the Brazilian Cerrado: Analysis of the deforestation, land use, and environmental implications. *Brazilian Geographical Journal*, 14 (2), 143 – 168, 2023.

SOUZA, V.C.; FLORES, T.B.; COLLETA, G.D.; COELHO, R.L.G. *Guia das plantas do Cerrado*. Piracicaba: Taxon Brasil, 2018.

TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; PERES, C. A. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. *Biological Conservation*, 143(10), 2328–2340, 2010.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M.M.; BEDÊ, L.C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*, 1(1), 132–138, 2005.

TERASHIMA, I. Anatomy of non-uniform leaf photosynthesis. *Photosynthesis Research*, 31(2), 195–212, 1992.

TILMAN, D.; KNOPS, J.; WEDIN, D.; REICH, P.; RITCHIE, M.; SIEMANN, E. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*, 277(5330), 1300–1302, 1997.

VANCINE, M. H. ; MUYLAERT, R. L. ; NIEBUHR, B. B. ; OSHIMA, J. E. F. ; TONETTI, V. ; BERNARDO, R. ; ANGELO, C. ; ROSA, M. R. ; GROHMANN, C. H. ; RIBEIRO, M. C. The Atlantic Forest of South America: Spatiotemporal dynamics of the vegetation and implications for conservation. *Biological Conservation*, 291 (110499), 2024.

WYLIE, R. B. The Anatomy of the Dicotyledonous Leaf. *American Journal of Botany*, 30 (6), 273 – 280, 1943

WYLIE, R B. The bundle sheath extension in leaves of dicotyledons. *American Journal of Botany*, 39, 645-651, 1952.