

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**ANÁLISES ANATÔMICAS EM FOLHAS JOVENS DE OITO ESPÉCIES DE
LEGUMINOSAS DO CERRADO**

Alexsander Pavani Junior

Ilha Solteira - SP
Dezembro, 2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**ANÁLISES ANATÔMICAS EM FOLHAS JOVENS DE OITO ESPÉCIES DE
LEGUMINOSAS DO CERRADO**

Alexsander Pavani Junior

Profa. Dra. Aline Redondo Martins

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira,
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como
parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Ilha Solteira - SP
Dezembro, 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

- P337a Pavani Junior, Alexsander.
Análises anatômicas em folhas jovens de oito espécies de leguminosas do Cerrado / Alexsander Pavani Junior. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
28 f.
- Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira,
2024
- Orientadora: Aline Redondo Martins
- Inclui bibliografia
1. *Fabaceae*. 2. Cerrado. 3. Regeneração. 4. Mimosa.

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

"ANÁLISES ANATÔMICAS EM FOLHAS JOVENS DE OITO ESPÉCIES DE LEGUMINOSAS DO CERRADO"

Alexsander Pavani Junior

REGULAMENTO SOBRE A AVALIAÇÃO:

Artigo 25º - § 2º A apresentação pública do trabalho de TCC deverá ser de no mínimo 20 (vinte) minutos e máxima de 40 (quarenta) minutos. Após um intervalo de 5 (cinco) minutos, haverá a arguição do Trabalho pelos examinadores. O tempo de arguição, será de até 15 (quinze) minutos para cada examinador, e até 15 (quinze) minutos o tempo para a resposta do(a) aluno(a) a cada examinador ou no caso de se optar pelo diálogo o tempo conjunto entre examinador e acadêmico(a) será de no máximo 30 (trinta) minutos.

Artigo 24º - No julgamento do TCC, a banca examinadora deverá avaliar a apresentação oral, escrita e a defesa do trabalho durante a arguição. O conceito final será APROVADO(A) ou REPROVADO(A).

COMISSÃO EXAMINADORA

1ª EXAMINADORA (Orientadora-Presidente)

Nome: Profa. Dra. Aline Redondo Martins

Documento assinado digitalmente
 **ALINE REDONDO MARTINS**
Data: 18/12/2024 16:26:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

2ª EXAMINADORA

Nome: Doutoranda Tainah Eduarda Boian Carneiro

Documento assinado digitalmente
 **TAINAH EDUARDA BOIAN CARNEIRO**
Data: 18/12/2024 16:28:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

3ª EXAMINADORA

Nome: Doutoranda Thalissa Cagnin Pereira

Documento assinado digitalmente
 **THALISSA CAGNIN PEREIRA**
Data: 18/12/2024 16:58:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

CONCEITO

(X) Aprovado(a)

() Reprovado(a)

Ilha Solteira-SP, 09 de Dezembro de 2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha orientadora, a Prof.^a Dra. Aline Redondo Martins, por todo o ensinamento, carinho, atenção e paciência, que me acolheu de volta aos campos do bacharelado após um tempo distante, que me ensinou inúmeras lições para além da biologia, mas de como ser um profissional exemplar e referência na área de atuação, ensinamentos que certamente levarei para a vida toda.

Aos meus companheiros de laboratório que sempre foram tão solícitos, pacientes e bem-humorados, compondo um espaço extremamente agradável e confortável para trabalhar. Colegas esses que são capazes de tirar risada mesmo nos dias de maiores estresses e ansiedade com os prazos e dúvidas que cercam esse mundo acadêmico.

Agradeço à FAPESP, pelo financiamento desta pesquisa (proc. nº 2015/06743-0).

Aos meus pais Alexsander Pavani e Veronica Martins de Oliveira por todo o apoio e incentivo para que eu concluísse essa estrada, às vezes mais ansiosos que eu pelo diploma. A minha tia Adriana, tio Paulo e meu primo Welder que sempre que puderam me auxiliaram e também estiveram presentes como família uns para os outros em todo esse período que estive distante de casa.

A minha namorada Clara, que esteve comigo durante todo o tempo em que foi desenvolvido esse trabalho, trazendo amor, sabedoria, paciência e carinho. Aos meus amigos André, Bruno, Caio, Dener, Matheus, Nathália, Odair, Vitor, que estiveram presentes nos momentos mais felizes que tive durante minha estadia em Ilha Solteira.

E à UNESP, por ter sido capaz de proporcionar tantas experiências em campos tão distintos e importantes para a vida profissional e social. Propiciando viagens, eventos, iniciações científicas, participação de colegiados e outras diversas vivências que em muito influenciaram quem sou hoje.

RESUMO

O Cerrado é definido como um mosaico vegetacional constituído por diferentes fitofisionomias, sendo lar de diversas famílias vegetais, dentre elas está a família Fabaceae. Essa família é uma das mais importantes economicamente e ecologicamente, estando presente nos mais diversos biomas em todo o mundo. Com o objetivo de investigar o desenvolvimento anatômico em folhas de leguminosas do Cerrado, este trabalho buscou investigar as folhas de oito espécies de leguminosas, em duas idades distintas, sendo essas 6 e 12 meses de idade. Devido às características abióticas do ambiente de Cerrado, que propõem desafios como a presença do fogo, restrição hídrica e as propriedades do próprio solo como possíveis limitantes de desenvolvimento, o estudo buscou identificar as mudanças anatômicas que os indivíduos promoveram ao longo de seu desenvolvimento nesse período de 12 meses. A germinação das sementes que originaram o material botânico utilizado neste trabalho foi realizada em casa de vegetação, sob os cuidados de colaboradores da UNESP – Rio Claro. Amostras de folhas foram fixadas em FAA 70, desidratadas em série etílica, fixadas em historesina e seccionadas em micrótomo rotativo, com parte do material sendo corado com Azul de Toluidina para a realização de estudos anatômicos e outra parte utilizada em testes histoquímicos. Parte do material coletado foi fixado, desidratado, seco ao ponto crítico para a obtenção de imagens em MEV. Todas as espécies estudadas apresentaram suas folhas com epiderme unisseriada, mesofilo dorsiventral e feixe vascular colateral. As mudanças ao longo do desenvolvimento das plantas jovens quando comparadas com indivíduos adultos, como a organização do mesofilo foliar detectada em *Chamaecrista clausenii* que inicialmente se mostrou organizado dorsiventralmente aos 6 e 12 meses, porém o indivíduo adulto tem seu mesofilo estruturado de forma isobilateral. Nessa linha, a maior parte dos indivíduos investigados mantiveram muitas de suas características ao longo do desenvolvimento, possuindo poucas variações.

Palavras-chave: Fabaceae, Cerrado, Regeneração, *Mimosa*

ABSTRACT

The Cerrado is defined as a vegetational mosaic composed of different phytophysognomies being home to various plant families, among which is the Fabaceae family. This family is one of the most economically and ecologically important, and it is present in many biomes around the world. The aim of this study was to investigate the anatomical development of leaves of legumes from the Cerrado, this study aimed to examine the leaves of eight leguminous species at two distinct ages: 6 and 12 months. Due to the abiotic characteristics of the Cerrado environment, which pose challenges such as the presence of fire, water stress, and soil properties. The germination of the seeds that gave rise to the botanical material used in this work was carried out in a greenhouse under the supervision of collaborators from UNESP – Rio Claro. Leaf samples were fixed in FAA 70, dehydrated in an ethanol series, embedded in historesin, and sectioned using a rotary microtome. Part of the material was stained with Toluidine Blue for anatomical studies, while another portion was used for histochemical tests. Part of the collected material was fixed and dried to critical point for scanning electron microscope (SEM) imaging. All the species studied resprouted after exposure to fire and share common traits in their leaves, such as uniseriate epidermis, dorsiventral mesophyll, and collateral vascular bundles. Changes observed in the development of young plants compared to adult individuals include the organization of the leaf mesophyll, as seen in *Chamaecrista clausenii*. This species initially showed a dorsiventral organization at both 6 and 12 months, but the adult individuals exhibited an isobilateral mesophyll structure. In this context, most of the individuals investigated maintained many of their characteristics throughout development, showing few variations.

Keywords: Fabaceae, Cerrado, Resprout, *Mimosa*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO;
2. MATERIAIS E MÉTODOS;
 - 2.1. Área de estudo
 - 2.2. Material botânico
 - 2.3. Processo germinativo
 - 2.4. Estudos anatômicos e histoquímicos
 - 2.5. Microscopia eletrônica de varredura;
 - 2.6. Forma de análise dos dados e apresentação dos resultados
3. RESULTADOS e DISCUSSÃO;
 - 3.1. Análises anatômicas e ultraestruturais;
 - 3.2. Testes histoquímicos
4. CONCLUSÃO;
5. REFERÊNCIAS.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é definido como um mosaico vegetacional constituído por diferentes fitofisionomias, compreendendo desde fitofisionomias campestres e savânicas, até formações florestais. Apresenta diversos filtros ambientais, de natureza biótica e abiótica, relacionados com seus períodos de seca, temperatura elevada, ocorrência de fogo e o próprio solo possuindo características distintas de outras regiões com acidez e disponibilidade de macronutrientes. Para a flora, os principais desafios a serem superados envolvem a presença do fogo e herbivoria, bem como a captação eficiente de água e macronutrientes (Sankaran et al, 2004,2005).

Apresenta duas estações bem definidas, seca e chuvosa (Coutinho, 2006). As formações campestres (e.g. campo limpo, campos rupestres) caracterizam-se por uma vegetação aberta, composta principalmente por graminoides e herbáceas. Enquanto, fitofisionomias savânicas são determinadas pela coexistência mútua entre espécies arbóreas esparsas e um estrato herbáceo-arbustivo contínuo. A dinâmica de Savanas e formações campestres é fortemente influenciada por regimes de distúrbios, seca sazonal e baixa disponibilidade de nutrientes. Por fim, as formações florestais (e.g. cerradão, mata seca) são dominadas por espécies arbóreas. (Bond, 2019, Coutinho, 1990, Scholes & Archer, 1997).

A vasta diversidade apresentada no Cerrado é reflexo dos desafios presentes nesse ecossistema, dentre eles, o fogo é um dos fatores que mais impacta a presença e a exclusão de espécies nesse bioma, responsável por moldar e regular a dinâmica das comunidades vegetais (Hoffman et al, 2009; Rodrigues, Fidelis, 2022). A composição florística do Cerrado é diretamente afetada pela frequência de regimes de fogo, de maneira que queimas frequentes ou supressão prolongada do fogo nestes ecossistemas, são capazes de influenciar a diversidade e distribuição das espécies vegetais, e dos diferentes grupos funcionais presentes (Almeida et al., 2014; Libano; Felfili, 2006; Fidelis, 2020).

O fogo ocorre no Cerrado há cerca de 4 milhões de anos (Simon et al, 2009) e pode ser originado por causas naturais ou antrópicas (Coutinho, 2016). Nas épocas secas, o acúmulo de biomassa gera material combustível suficiente para a ocorrência de fogo (Coutinho, 2016). As famílias vegetais presentes no Cerrado coevoluíram com o fogo, adquirindo adaptações para sobreviver nesse ambiente inflamável (Coutinho, 1990). Ademais, existem outros fatores limitantes para o crescimento vegetal no Cerrado, como a escassez hídrica, a profundidade dos

aquíferos, a intensidade da herbivoria e a deficiência característica do solo em nutrientes importantes como fósforo e nitrogênio (Simon & Pennington, 2012).

As estratégias adaptativas desenvolvidas pelas plantas do Cerrado são diversas, relacionadas com a necessidade de superar a seca, regimes de distúrbios e outros filtros ambientais presentes. Algumas adaptações de ordem morfológica incluem a presença de raízes profundas capazes de alcançar os lençóis freáticos (Franco, 2002), bem como folhas com tecidos especializados no armazenamento de água (Rossato et al. 2015), epiderme e cutículas espessas, grande diversidade de tricomas e maior controle estomático, sobretudo em plantas que passam a maior parte do tempo em sol pleno e recebem luz por longos períodos (Marques et al. 2000; Rossatto and Kolb 2010). A maior parte das estratégias adaptativas está atrelada à presença de sistemas subterrâneos complexos, como: xilopódios, sóboles, rizomas e outros, responsáveis por armazenar gemas viáveis e alocar reservas energéticas que possibilitam o rebrotamento após o fogo (Appezato-da-Glória, 2015; Simon & Pennington, 2012). Todavia, a parte aérea também possui adaptações específicas para assegurar a persistência das espécies em tais ambientes, como o espessamento das porções terminais do caule, a presença de estípulas, as bases foliares compactadas e folhas com cutículas espessas cobertas por cera e tricomas (Eiten, 1972; Sarmiento and Monasterio, 1983; Coutinho, 1990; Miranda et al. 2002; Hoffmann et al., 2003; Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger, 2006).

Dentre as diversas famílias e gêneros presentes no Cerrado, a família Fabaceae é a mais numerosa, sendo uma das maiores famílias de angiospermas. Apresenta distribuição global, estando presente em todos os biomas do mundo, e é composta por 751 gêneros distintos, contando com mais de 19500 espécies (Lewis et al., 2005; Schire; Lavin; Lewis, 2005 citado por LPWG, 2013). São altamente representativas no Cerrado, e contam com diversas adaptações morfológicas e fisiológicas ao fogo e demais filtros ambientais presentes no Cerrado (Bruneau et al., 2013; Simon et al., 2009).

Este trabalho teve por objetivo descrever as características presentes nas estruturas foliares de oito espécies de leguminosas do Cerrado, de forma comparativa entre estágios iniciais de desenvolvimento e idade adulta, que estejam relacionadas com atributos de sobrevivência e persistência no Cerrado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O material botânico do presente estudo é oriundo da Reserva Natural Serra do Tombador - RNST, que é uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), pertencente à Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza. A RNST encontra-se em Cavalcante, Goiás, 13° 35' 38" S e 47° 45' 51" W, localizada na região central do Brasil. A RNST possui 8.900 ha de área e atualmente representa a maior RPPN de Cerrado no Brasil. O clima é tropical, com precipitação anual média de 1300-1500 mm e temperaturas médias máximas entre 26 e 36°C e mínimas entre 8 e 14°C. Os solos predominantes na área são o latossolo vermelho-amarelo, com grande quantidade de alumínio e pouco férteis (AER, 2009). A vegetação da RNST Serra do Tombador é composta por diferentes fisionomias do Cerrado, como campo limpo, campo sujo, cerrado rupestre, cerrado sensu stricto, veredas, além de florestas de vale (AER, 2009).

2.2 Material botânico

As sementes das espécies escolhidas (*Mimosa gracilis* Benth., *Mimosa kalunga* M.F. Simon & C.E. Hughes, *Mimosa leioccephala* Benth., *Mimosa sp nova*, *Bauhinia dumosa* Benth., *Chamaecrista clausenii* (Benth.) H.S. Irwin & Barneby, *Harpalyce tombadorensis* Benth., *Senna corifolia* (Benth.) H.S. Irwin & Barneby,) foram coletadas na Reserva Natural Serra do Tombador, posteriormente germinadas em laboratório, cultivadas em casa de vegetação até completarem as idades de 6 e 12 meses. À medida que as espécies completaram as idades referidas, três indivíduos de cada espécie foram fixados em FAA 70 (JOHANSEN, 1940) e após 48 horas foram armazenados em álcool 70%.

2.3 Processo germinativo

As sementes foram acondicionadas em sacos de papel e sacos plásticos tipo zip-lock no campo e transportadas para o laboratório. Foram colocadas para germinar (de 50 a 100 sementes por espécie) à temperatura ambiente e com fotoperíodo de 12 horas de luz em placas de Petri, sobre duas camadas de papel filtro umedecido. As sementes de quase todas as espécies estudadas necessitaram de escarificação para aliviar a dormência física (ou seja, casca de semente impermeável), exceto as sementes de *Bauhinia dumosa*, que são não-dormentes (para mais detalhes, consulte

Daibes et al., 2019). Algumas semanas após a semeadura, as mudas recentemente emergidas foram transplantadas e cultivadas em sacos plásticos com substrato composto por partes de areia e terra preta (2:1), em uma estufa com irrigação automatizada. Quando as plantas atingiram as idades de seis e doze meses, foram escavadas, limpas e fixadas em FAA para estudos anatômicos posteriores, conforme descrito abaixo.

2.4 Estudos anatômicos e histoquímicos

As análises anatômicas foram realizadas nas folhas dos três indivíduos de cada uma das oito espécies, que atualmente estavam em álcool 70%. Para tanto, amostras foram desidratadas em série etílica, incluídas em hidroxietilmetacrilato (LeicaHistoresin). Para melhor infiltração, as amostras foram levadas a uma bomba de vácuo. Os blocos obtidos foram seccionados em micrótomo rotativo Leica modelo SM2000R com espessura entre 5-10 µm e as lâminas coradas com Azul de Toluidina 0,05% em tampão fosfato e ácido cítrico pH entre 4,5-6,0 (SAKAI, 1973).

Testes histoquímicos foram realizados em material fixado e/ou incluído em historesina. Para detecção de substâncias lipídicas, utilizou-se Sudan IV (Jensen, 1962); para amido, lugol (Berlyn; Miksche, 1976) para compostos fenólicos, cloreto férrico (Johansen, 1940) e para substâncias pécnicas, vermelho de rutênio (Johansen, 1940). Para a verificação do aspecto natural do órgão, foram montadas lâminas permanentes com cortes longitudinais do material somente em água, ou seja, sem tratamento e observadas ao microscópio de luz.

2.5 Microscopia Eletrônica de Varredura

Para descrever alterações no depósito de cera epicuticular das folhas e analisar a ultraestrutural da superfície, amostras fixadas foram desidratadas, secas ao ponto crítico, fixadas em suporte de alumínio com fita dupla face de carbono e metalizadas com uma camada de ouro de 30-40 nm. As análises e a digitalização das imagens foram realizadas ao microscópio eletrônico de varredura com as escalas impressas diretamente nas eletromicrografias.

2.5 Forma de análise dos dados e apresentação dos resultados

Por fim, foram feitas fotomicrografias dos materiais preparados em lâminas utilizando o microscópio Zeiss Primo Star, com câmera acoplada modelo AxioCam ERc5s, com as escalas micrométricas fotografadas e ampliadas nas mesmas condições ópticas que foram utilizadas. As fotomicrografias foram organizadas e montadas em pranchas no software CorelDraw.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises anatômicas e ultraestruturais

As espécies foram divididas em dois grupos, o primeiro contendo as quatro espécies do gênero *Mimosa* (*M. gracilis*, *M. kalunga*, *M. leioccephala*, *M. sp*), enquanto o segundo grupo contém as demais espécies (*Bauhinia dumosa*, *Chamaecrista clausenii*, *Harpalyce tombadorensis* e *Senna corifolia*). As oito espécies deste estudo, apresentaram uma única camada epidérmica, e as células epidérmicas tinham formatos isodiamétricas, quadradas e retangulares, com tamanho proporcional em ambas as faces da lâmina foliar (Fig. 1 e 2), tais características também foram notadas por Leal (2021) nos indivíduos adultos. Além disso, nos indivíduos em desenvolvimento, as paredes celulares internas anticlinais eram sinuosas em todas as espécies, enquanto as paredes periclinais externas variavam de lisas (Fig. 1 *Mimosa sp*, *Mimosa gracilis*; Fig. 2 *Bauhinia dumosa*, *Harpalyce tombadorensis*, *Senna corifolia*), sinuosas (Fig.1 *Mimosa kalunga*, *Mimosa leioccephala*) a papilosas (Fig.1 *Mimosa gracilis*, Fig 2 *Bauhinia dumosa*, *Chamaecrista clausenii*, *Harpalyce tombadorensis*). Nos indivíduos adultos, essas mesmas características foram observadas para maior parte das espécies respectivamente (Leal, 2021), excetuando *Mimosa kalunga* e *Mimosa leioccephala* que tiveram suas paredes periclinais externas categorizadas como lisas.

Nos indivíduos de 6 e 12 meses, 7 das 8 espécies apresentaram uma cutícula bem desenvolvida, sendo a *Bauhinia dumosa* a única exceção, que não apresentou a cutícula bem desenvolvida em nenhuma das idades (Fig.1 A, C, E, G, I, K, M,O; Fig. 2 A, C, K, M, O, Q). Nos indivíduos adultos descritos por Leal (2021), a epiderme era coberta por uma cutícula bem desenvolvida nas mesmas 7 espécies. A cutícula e a

cera epicuticular foram classificadas como características xeromórficas (Fahn e Cutler, 1992), com a função de reduzir a perda de água dos tecidos internos das folhas para a atmosfera por meio da transpiração, além de otimizar o transporte de água. A cutícula, é composta por substâncias lipídicas como cera e cutina, desempenha um papel fundamental na proteção das plantas, reduzindo a perda hídrica do indivíduo (Burghardt e Riederer, 2009; Riederer and Schreiber 2001; Simioni et al. 2017). A presença de uma cutícula espessa está associada ao ambiente com alta incidência de luz e considerável déficit hídrico, como ocorre em ambientes secos (Fahn e Cutler, 1992; Guerra e Scremin-Dias, 2018) das savanas. As plantas estudadas nesse trabalho em estágio de desenvolvimento e as adultas estudadas por Leal (2021) habitam regiões com longos períodos de seca, e não perderam a parte aérea durante esse período, com exceção da *Mimosa gracilis*, o que destaca a importância ecológica de uma cutícula bem desenvolvida. Além disso, a cutícula oferece proteção adicional contra a alta incidência de luz e contra patógenos, proporcionando uma barreira protetora ao longo do ano (Müller e Riederer, 2005; Read e Sanson, 2003).

Todos os indivíduos estudados nesse trabalho, nas idades de 6 e 12 meses, apresentaram seu mesofilo organizado de forma dorsiventral, ou seja, a organização do parênquima se dá com o parênquima paliçádico na face adaxial e o parênquima lacunoso na face abaxial, ambos ocupando espaço semelhante do mesofilo (Fig. 1 e 2). Já nos indivíduos adultos estudados por Leal (2021), 7 das 8 espécies apresentaram essa mesma característica, excetuando *Chamaecrista clausenii*, que a autora descreveu seu mesofilo como isobilateral, portanto, o parênquima paliçádico ocupa tanto a face adaxial quanto a abaxial, e o lacunoso se reserva às porções centrais do mesofilo. Em ambientes de savana, onde as plantas estão constantemente expostas à luz solar intensa, é comum que elas possuam tecidos fotossintéticos bem evidentes. Por essa razão, as plantas da savana apresentam um parênquima paliçádico bem desenvolvido, característica comum em folhas expostas a altas intensidades de luz, como forma de maximizar a eficiência na captação de luz solar (Amorim et al., 2012; Simioni et al., 2017). Além disso, o parênquima paliçádico, com suas células grandes, alongadas e dispostas perpendicularmente, ajuda a formar uma barreira protetora contra a perda de água (Dengler, 2002).

As espécies estudadas nesse trabalho apresentaram nos indivíduos de 6 e 12 meses, o parênquima paliçádico adaxial com células alongadas dispostas de forma justaposta, que ocuparam uma área semelhante à do parênquima esponjoso abaxial,

que apresentava células com forma isodiamétrica, destaca-se que *Mimosa gracilis* na idade de 6 meses parece ter o parênquima paliçádico ligeiramente mais desenvolvido que o lacunoso (Fig. 1A). Já nos indivíduos adultos estudados por Leal (2021), a autora descreve que todas as espécies possuíam o parênquima paliçádico mais desenvolvido que o lacunoso. O número de camadas que constituem o parênquima paliçádico e lacunoso, nos indivíduos jovens, variou entre as espécies. As camadas do parênquima lacunoso de maneira solta. Essa mesma organização foi notada por Leal (2021) nos organismos adultos.

Nos indivíduos de 6 e 12 meses, a maior parte das espécies apresentaram algum desenvolvimento de esclereídes nos feixes vasculares, desde os 6 meses de idade. As únicas espécies que não foi possível observar o desenvolvimento dessa característica ao redor dos feixes vasculares foram a *Mimosa gracilis* (Fig. 1 A, C) e *Mimosa leioccephala* (Fig. 1 I). Para os indivíduos adultos, Leal (2021) descreve que todas as espécies apresentaram esclereídes bem desenvolvidas, o que pode indicar que esse tecido se torne mais robusto com a maturidade da planta, a autora ainda destaca que *Bauhinia dumosa* foi a única espécie a apresentar esclereídes dispersas no mesofilo.

Todas as espécies desse estudo apresentaram os feixes vasculares do tipo colateral, para ambas as idades de 6 e 12 meses (Fig. 1 e 2), com diferentes quantidades de feixes acessórios. Esses feixes vasculares eram rodeados por capas de fibras orientadas para a direção do floema. O número e o tamanho dos feixes vasculares variaram entre as espécies, essas mesmas características foram observadas em indivíduos adultos (Leal, 2021).

Para seis das oito espécies estudadas os estômatos puderam ser detectados em ambas as faces da folha, caracterizando-as como anfiestomáticas, sendo essas espécies *Mimosa gracilis*, *Mimosa kalunga*, *Mimosa leioccephala*, *Mimosa sp.* *Bauhinia dumosa*, *Chamaecrista clausenii* e *Senna corifolia*, em ambas as idades, já a espécie *Mimosa gracilis* os estômatos foram encontrados majoritariamente na face adaxial, caracterizando-a como epiestomática e *Harpalyce tombadorensis* notou-se estômatos apenas na face abaxial, hipostomática. Em todas as espécies, os estômatos possuíam duas células adicionais para auxiliar o controle de abertura e fechamento, potencializando a eficiência do uso do recurso hídrico, sendo caracterizados como paracíticos. Nos indivíduos adultos estudados por Leal (2021) foram encontrados os mesmos estômatos paracíticos (Fig. 2 A, F, J; Fig. 4; Fig. 3 A,

B, C, E, J, L), com exceção de *Harpalyce tombadorensis* e *Mimosa gracilis* que apresentaram folhas hipostomáticas (Fig. 1 B, Fig. 2 K). A presença de folhas anfiestomáticas é um traço característico de plantas de ambientes xerofíticos, uma vez que tal particularidade aumenta as taxas fotossintéticas, a condutância de CO₂ e permite que as folhas sejam espessas (Fahn e Cutler, 1992; Jordan et al., 2014). Essas características dos estômatos serem paracíticos e as folhas em sua maioria anfiestomáticas, são predominantes no grupo de *Mimosas* como descrito por Grohar et al. (2021).

Os indivíduos de 6 e 12 meses, considerando a anatomia e a microscopia eletrônica de varredura, 7 espécies das 8 espécies estudadas apresentaram tricomas, apenas *Mimosa gracilis* não os possuía, apesar de existirem registros na literatura em que ao menos duas variedades de *Mimosa gracilis* apresentaram tricomas filiformes (Jordão et al. 2020). Os tricomas puderam ser agrupados em dois tipos principais: tectores e glandulares. A variação na densidade e no tamanho dos tricomas produziu diferenças na epiderme, que podia ser esparsa ou em grande quantidade (Leal, 2021). Para os indivíduos de 6 e 12 meses, nos cortes anatômicos foi possível notar que quatro espécies apresentaram tricomas, se limitando as espécies *Bauhinia dumosa*, *Chamaecrista clausenii*, *Harpalyce tombadorensis* e *Senna corifolia* (Fig. 2). Nas análises com a microscopia eletrônica de varredura nota-se a presença de tricomas tectores unicelulares em ambas as faces de *Mimosa kalunga* e *Mimosa leioccephala* e também tricomas glandulares globoso com as cabeças multicelulares na espécie *Mimosa leioccephala* (Fig. G,H,I,K). Ademais, as características se mantiveram as mesmas. Os tricomas presente nas espécies descritas por Leal (2021), são majoritariamente tectores e são unicelulares, possuindo formato alongado e o ápice agudo (Fig 2 B,G, J e O). Os tricomas glandulares são sésseis ou pedunculados, ambas as formas apresentaram cabeças multicelulares, assim como ocorreu nos indivíduos de 6 e 12 meses (Fig 2 D, E, I, L, M e N), tricomas glandulares são atributos presentes em leguminosas (Longhi et al., 2024; Metcalfe e Chalk, 1950), geralmente associados com proteção contra fatores bióticos (De Vargas et al., 2019; Glas et al., 2012). Assim, Leal (2021) classificou os tricomas pedunculados como unisseriados, as células da cabeça eram, em sua maioria, maiores do que as células do pedúnculo. A cabeça glandular projetava-se da epiderme na forma de uma lente (*Harpalyce tombadorensis*) ou com cabeças claviformes (*Bauhinia dumosa*), nos indivíduos de 6 e 12 meses os tricomas apenas foram encontrados na face abaxial da folha. *Bauhinia*

dumosa apresenta um tipo de tricoma glandular denominado “cavitate secretory trichome” (Fig. 2 – E) (Marinho et al. 2016). Nos tricomas glandulares pedunculados, o pedúnculo também era unisseriado. Esses tricomas possuíam cabeças globosas sustentadas por pedúnculos, cuja secreção envolve terpenos e flavonoides, relacionados com funções protetivas (Marinho et al., 2016).

Para os indivíduos adultos de *Harpalyce tombadorensis*, estudados por Leal (2021) foi descrito que em sua face adaxial não foram encontrados tricomas, essa característica foi percebida também nos indivíduos de 6 e 12 meses. E no mesmo estudo, Leal destaca a presença de tricomas tectores e glandulares na face abaxial do indivíduo adulto. Nos indivíduos de 6 e 12 meses foi possível notou-se a presença de tricomas tectores com o auxílio do microscópio eletrônico de varredura, pois estavam ausentes nos cortes anatômicos. Nas idades de 6 e 12 meses de *Mimosa kalunga*, *Mimosa leioccephala* e *Mimosa sp* (Fig. 3 G, H,I,K,N,P) quando observados a partir do microscópio eletrônico de varredura, os tricomas foram notados em ambas as idades, sendo que em *Mimosa leioccephala* os tricomas glandulares apareceram na face abaxial e em *Mimosa sp* apareceram na face adaxial. Ademais, segundo Leal nos indivíduos adultos (2021) somente *Mimosa leioccephala* e *Mimosa sp. nova* apresentaram tricomas glandulares pedunculados com cabeças multicelulares globosas, geralmente, nas margens.

De acordo com as investigações de Leal (2021) as espécies *Mimosa gracilis*, *Senna corifolia* e *Chamaecrista clausenii* no estágio adulto não apresentaram nenhum tipo de tricoma. A cutícula, em contraste com as outras espécies analisadas, exibiu uma espessa camada de cera em ambas as faces da folha dessas espécies. Apesar disso, nas amostras de microscopia eletrônica de varredura foi possível notar a presença de tricomas tectores na idade de 6 meses da *Senna corifolia* na face adaxial (Fig. 4N), e também em ambas as idades de *Chamaecrista clausenii* foram notados tricomas tectores (Fig. 2G, J, Fig. 4F, H) semelhantes aos descritos anteriormente, de corpo delgado, alongado com o ápice agudo e também glandulares globosos de cabeça multicelular. É comum que os órgãos fotossintetizantes sejam recobertos por tricomas (Fahn e Cutler, 1992).

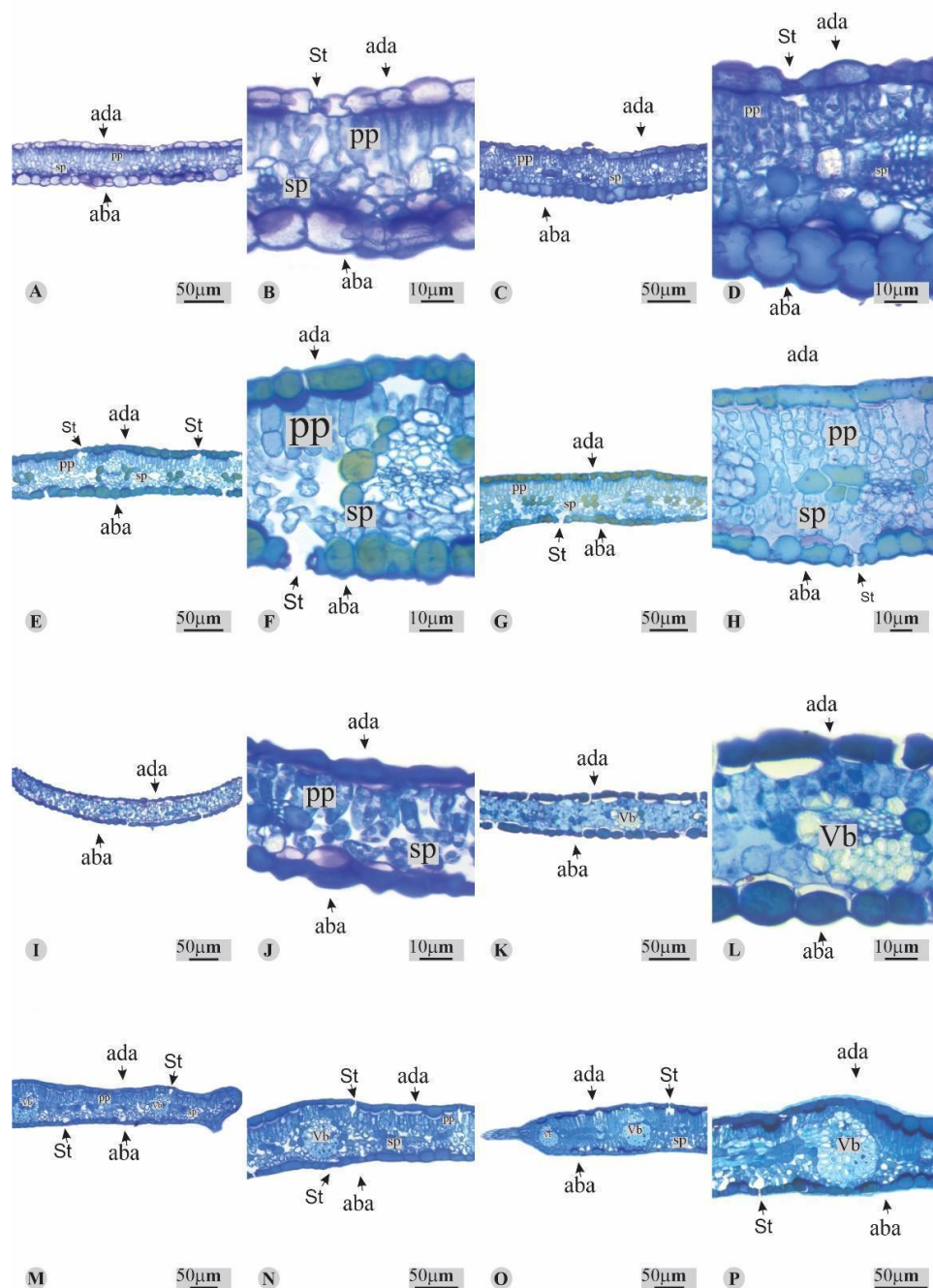


Figura 01: Anatomia foliar de espécies de *Mimosa*, em indivíduos de 6 meses (A,B,E,F,I,J,M,N) e 12 meses de idade (C,D,G,H,K,L,O,P). *Mimosa gracilis* A-D; A,C visão geral da folha de 6 e 12 meses respectivamente; B,D detalhes do mesofilo, apontando os parênquimas paliçádico (pp) e esponjoso (sp), as paredes periclinais externas lisas. *Mimosa Kalunga* E-H; E,H visão geral da folha, apontando os estômatos e parênquimas, F,G apontam os detalhes dos parênquima pp e sp, e as parede periclinais externas lisas em ambas as faces; *Mimosa leioccephala* I-L; I,K apontam a visão geral da folha, J demonstra os detalhes dos parenquima pp e sp, L aponta o feixe vascular (Vb); *Mimosa sp* M-P; M,O visão geral da folha com a presença de estômatos em ambas as faces. N, apresenta o feixe vascular, o parênquima sp e pp, P apresenta em detalhes o Vb e as paredes periclinais externas lisas em ambas as faces.

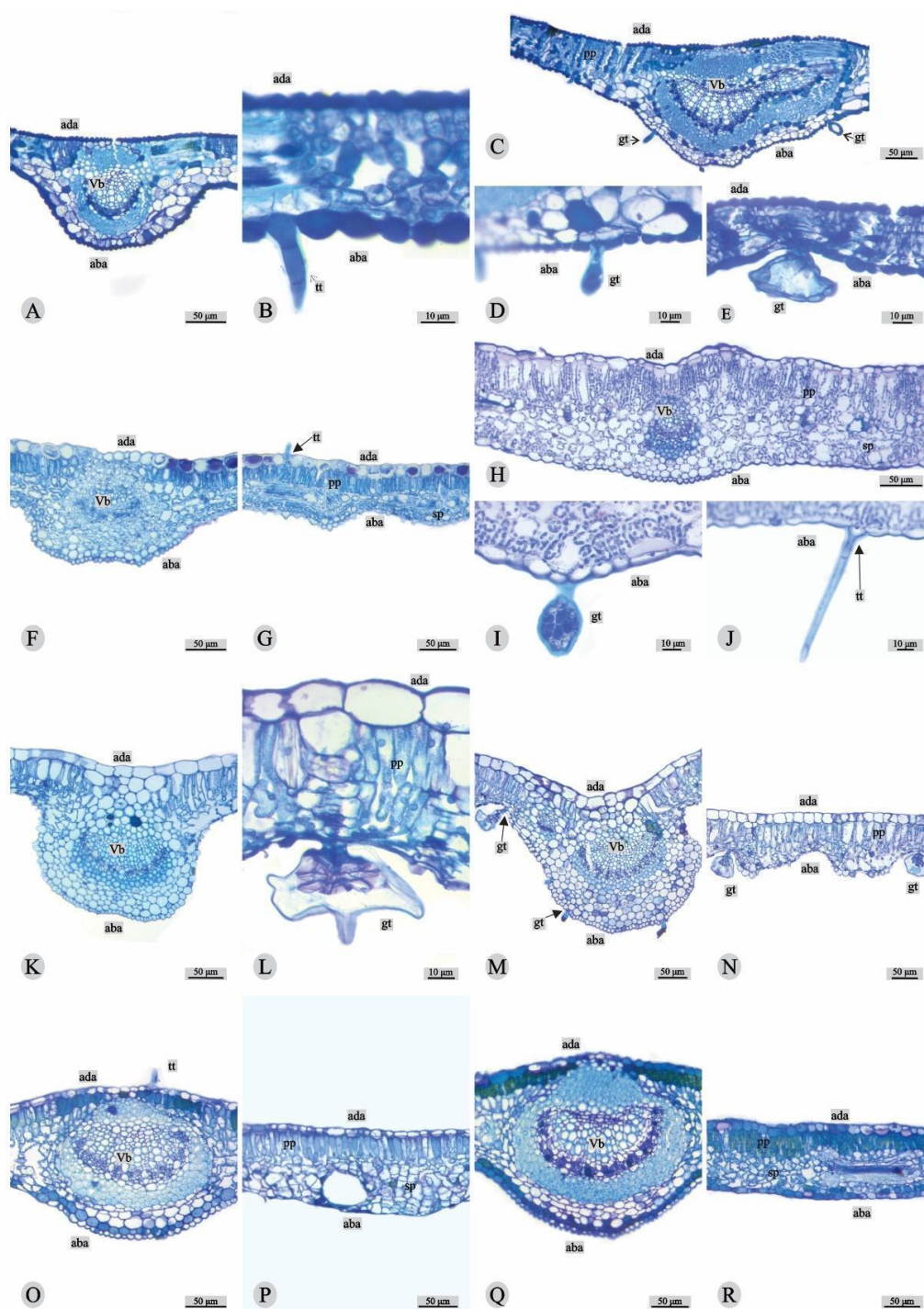


Figura 02: Anatomia foliar dos indivíduos de 6 meses A,B,F,G,K,L,O,P; dos indivíduos de 12 meses C,D,E,H,I,J,M,N,Q,R. *Bauhinia dumosa* A-E; A,C visão geral da folha com o feixe vascular e as células papilosas da epiderme, C apontando dois tricomas glandulares (gt) na face abaxial ao redor do Vb, B, apontando o tricoma tector(tt) na face aba, D, tricoma glandular sésil, E, tricoma glandular pedunculado. *Chamaecrista clausenii* F-J; F,G,H visão geral da folha, com a presença de um tricoma tector, I, tricoma glandular sésil, J, tricoma tector. *Harpalyce tombadorensis* K-N; K,M visão geral da folha e do Vb, M aponta dois tricomas glandulares um sésil e um pedunculado, L destaca o tricoma glandular pedunculado, N, mesofilo e o pp mais dois tricomas glandulares pedunculados. *Senna corifolia* O-R; O,Q, visão geral do Vb, tricoma tector na face adaxial, P,R detalhes do mesofilo apontando Pp e Sp.

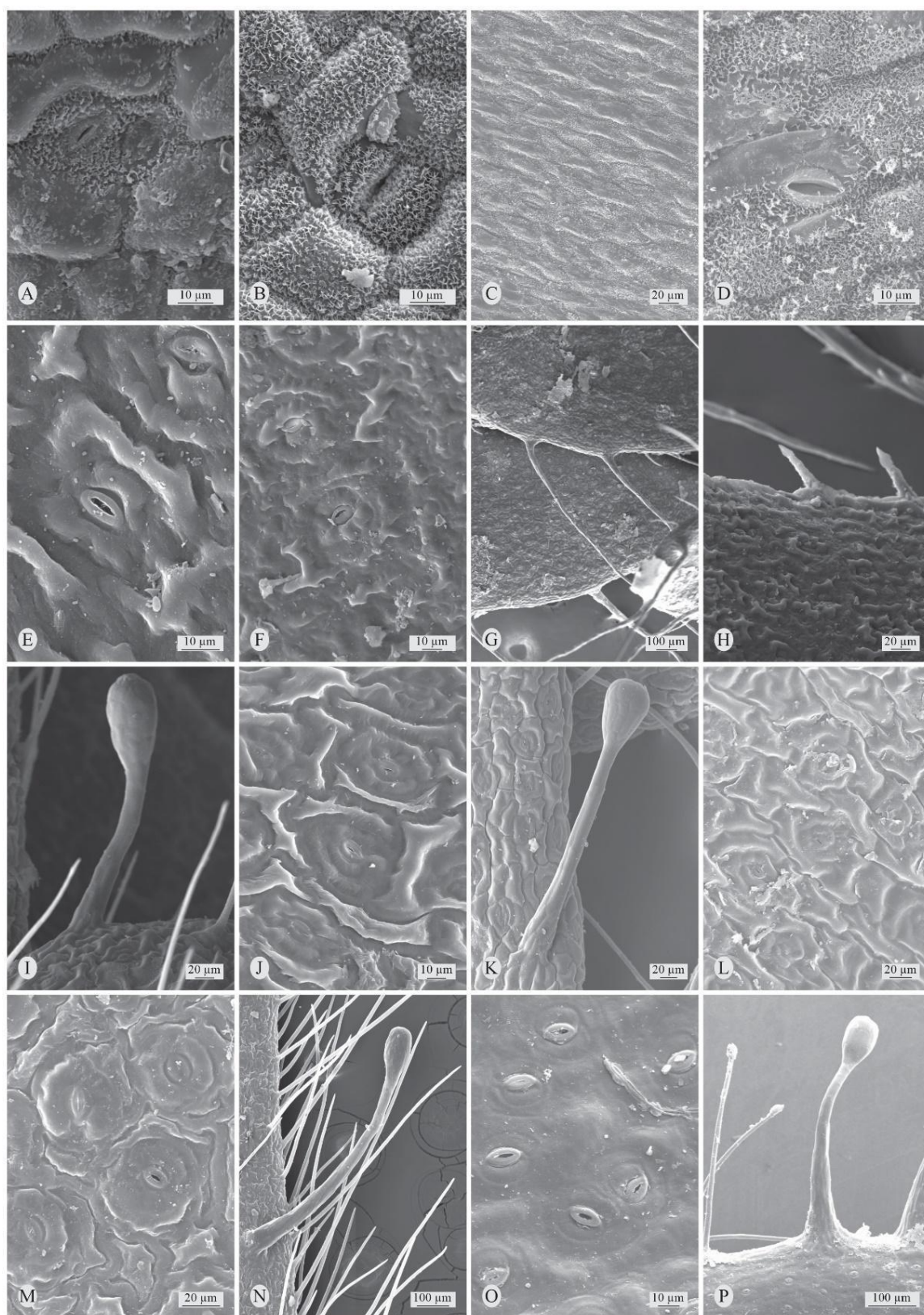


Figura 03: Microscopia eletrônica de varredura de folhas de espécies de *Mimosa*. A,B, E, F, I, J, M, N. Indivíduos de 6 meses de idade. C, D, G, H, K, L, O, P. Indivíduos de 12 meses de idade. A, C, E, G, I, K, M, O. Superfície Abaxial. B, D, F, H, J, L, N, P. Superfície Adaxial. *Mimosa gracilis* A-D; *Mimosa kalunga* E-H estômatos paracíticos; *Mimosa leioccephala* I-L estômatos paracíticos; *Mimosa* sp. M-P.

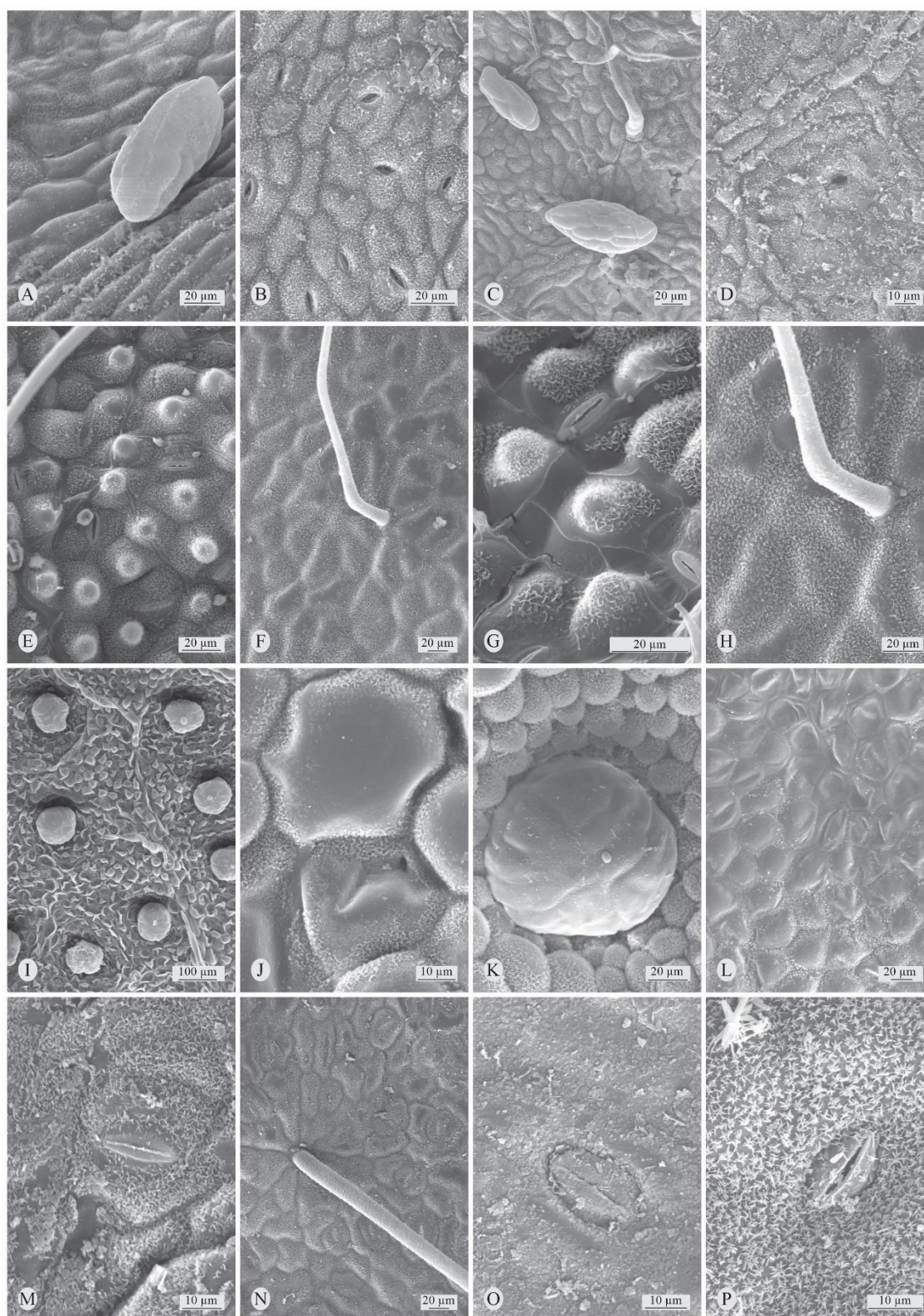


Figura 06: Microscopia eletrônica de varredura de folhas A,B,E,F,I,J,M,N indivíduos de 6 meses de idade. C,D,G,H,K,L,O,P indivíduos com 12 meses. A,C,E,G,I,K,M,O superfície abaxial. B,D,F,H,J,L,N,P superfície adaxial. *Bauhinia dumosa* A-D; *Chamaescrita claussenii* E-H; *Harpalyce tombadorensis* I-L, *Senna corifolia* M-P.

3.2 Testes histoquímicos

O teste para substâncias pécicas foi positivo para todas as espécies e em ambas as idades. O teste para Sudan IV resultou positivo para todas as espécies na região da cutícula em ambas as idades, também observamos nas espécies *B dumosa*, *C claussenii*, *H tombadorensis*, *M leioccephala* e *M sp* reação positiva nos tricomas, para *M sp* foi observado reação positiva nos tricomas ao emprego de Sudan Iv apenas na idade de 12 meses (Fig. 4D, H, L, fig.3 L, P) (Tab. 1). Tricomas glandulares são atributos presentes em leguminosas (Longhi et al., 2024; Metcalfe e Chalk, 1950), geralmente associados com proteção contra fatores bióticos (De Vargas et al., 2019; Glas et al., 2012).

O amido foi detectado principalmente nas regiões parenquimáticas (parênquima paliádico e esponjoso), a única exceção foi com a espécie *B dumosa* que aos 12 meses não houve reação com o corante, mas que aos 6 meses reagiu positivamente para a presença de amido (Tab. 1). O amido, conhecido por sua função como substância de reserva energética, é comumente encontrado em estruturas subterrâneas de espécies de Fabaceae nativas do Cerrado, onde desempenha um papel crucial no processo de crescimento das plantas após eventos de fogo (Alonso & Machado, 2007).

O teste para detecção de compostos fenólicos nos tecidos foliares observados foi realizado com o corante cloreto férrico. A maior parte das espécies testaram positivas para a presença de compostos fenólicos, concentrando os compostos nas células epidérmicas (Fig. 3 A, E, I, M, fig. 4 A, E, I, M). A *Harpalyce tombadorensis* apresentou aos 12 meses reações positivas para presença desses compostos ao redor da nervura central, bem como para algumas células nos feixes vasculares (Fig. 4 I), (Tab. 1). Fenóis são compostos oriundos do metabolismo secundário, de forma que estão geralmente associados com funções protetivas contra herbivoria e patógenos (Hutzler, 1998), concentrados principalmente nas folhas, visto que são os órgãos mais susceptíveis a distúrbios e estresses (Cozin et al., 2024).

Tabela 01: Testes histoquímicos com as folhas das oito espécies de leguminosas herbáceas em idades de 6 e 12 meses.

Espécies	Idade (meses)	Amido	Lipídeo	Compostos fenólicos	Substâncias pécticas	
<i>Bauhinia dumosa</i>	6	Mesofilo	Cutícula Tricomas	Mesofilo Parênquima lacunoso e paliçádico	Todas células	as
	12		Cutícula Tricomas	Epiderme Tricomas tectores	Todas células	as
<i>Chamaecrista</i>	6	Mesofilo	Cutícula Tricomas	-	Todas células	as
<i>claussenii</i>	12	Mesofilo	Cutícula Tricomas	-	Todas células	as
<i>Harpalyce tombadorensis</i>	6	Mesofilo	Cutícula Tricomas	-	Todas células	as
	12	Mesofilo	Cutícula Tricomas	-	Todas células	as
<i>Mimosa gracilis</i>	6	Mesofilo	Cutícula	-	Todas células	as
	12	Mesofilo	Cutícula	-	Todas células	as
<i>Mimosa kalunga</i>	6	Mesofilo	Cutícula	Epiderme	Todas células	as
	12	Mesofilo	Cutícula	Epiderme Parênquima esponjoso	Todas células	as
<i>Mimosa leiocephala</i>	6	Mesofilo	Cutícula Tricomas	Epiderme Parênquima paliçádico	Todas células	as
	12	Mesofilo	Cutícula Tricomas	Epiderme Parênquima paliçádico	Todas células	as
<i>Mimosa sp</i>	6	Mesofilo	Cutícula	Epiderme	Todas células	as
	12	Mesofilo	Cutícula Tricomas	Epiderme Mesofilo	Todas células	as
<i>Senna corifolia</i>	6	Mesofilo	Cutícula	-	Todas células	as
	12	Mesofilo	Cutícula	Epiderme Parênquima paliçádico	Todas células	as

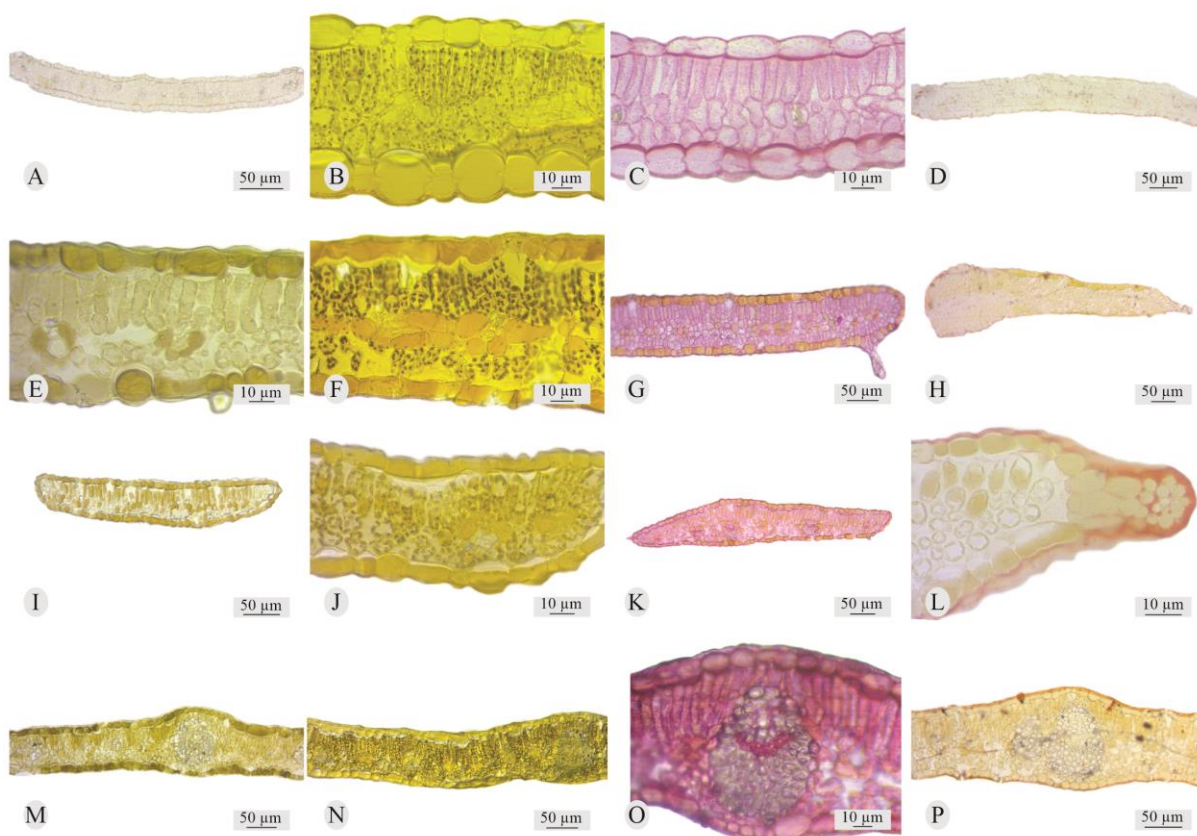


Figura 05: Análise histoquímica do grupo de espécies de *Mimosa*. A,E,I,M Cloreto férrico. B,F,J,N Lugol; C,G,K,O Vermelho de rutênio; D,H,L,P Sudan IV. *Mimosa gracilis* A-D, *Mimosa kalunga* E-H, *Mimosa leioccephala* I-L, *Mimosa sp.* M-P.

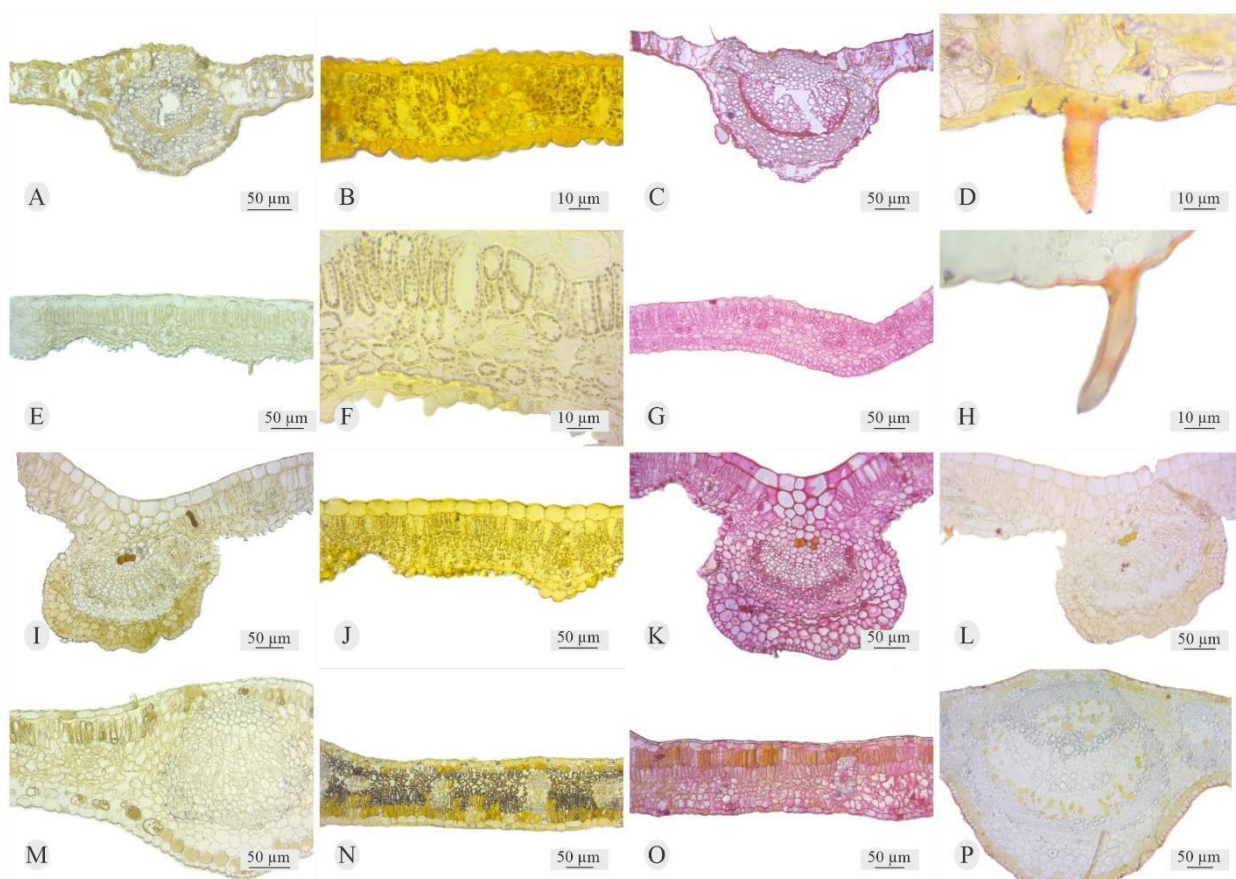


Figura 06: Análise Histoquímica do grupo de espécies de leguminosas. A,E,I,M Cloreto férrico. B,F,J,N Lugol; C,G,K,O Vermelho de rutênio; D,H,L,P Sudan IV. *Bauhinia dumosa* A-D *Chamaecrista clausenii* E-H; *Harpalyce tombadorensis* I-L *Senna corifolia* M-N.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que, de maneira geral, há poucas diferenças entre os indivíduos adultos em comparação aqueles em estágio inicial de desenvolvimento (6 e 12 meses). Tais dados apontam que as espécies de leguminosas analisadas apresentam características foliares relacionadas a otimização do uso da água, resistência a patógenos, resistência à alta exposição solar e distúrbios desde o início de seu desenvolvimento.

5. REFERÊNCIAS

AER. Elaboração do diagnóstico ambiental e zoneamento da Reserva Natural Serra do Tombador, Calvalcante, GO. 2009.

ALMEIDA, R. F.; FAGG, C. W.; DE OLIVEIRA, M. C.; MUNHOZ, C. B. R.; DE LIMA, A. S.; DE OLIVEIRA, L.S. B. Mudanças florísticas e estruturais no cerrado sensu stricto ao longode 27 anos (1985-2012) na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF. Rodriguésia-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 65(1), p. 001-019, 2014.

ALONSO, A. A., MACHADO, S. R. Morphological and developmental investigations of the underground system of *Erythroxylum* species from Brazilian Cerrado. *Australian Journal of Botany* 55(7): 749-758. 2007.

AMBRÓSIO S.R; OKY, Y. HELENO V.C.G; et al; Constituents of a glandular trichomes of *Tithonia diversifolia*: Relationships to herbivory and antifeedant activity. *Phytochemistry*, 69. p.2052-2060, 2008.

Appezato-da-Glória, B., 2015. Morphology of plant underground systems. 3. ed, Belo Horizonte. BERLYN, G.P.; MIKSCHE, J.P. Botanical microtechnique and cytochemistry. Ames,

Iowa: Iowa State University Press, 1976.

BIEIRAS, A.C., SAJO, M.G., Leaf structure of the Cerrado (Brazilian savanna) woody plants. *Rio Claro - SP Trees* 2009, Springer. p.451-471. 2009.

BRUNEAU, A., DOYLE, J.J., HERENDEEN, P. et al., Legume phylogeny and classification in the 21st century: Progress, prospects and lessons for other species-rich clades. *Taxon* 62, p. 217–248, 2013. <https://doi.org/10.12705/622.8>

COUTINHO, L. M. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: GOLDAMMER, J.G. (ed.). Fire in the Tropical Biota: Ecosystem processes and Global Challenges. [S.l.]: Springer, 1990. p. 82–105.

COUTINHO, L.M. Biomas brasileiros. São Paulo: Oficina de textos, 2016. Eiten G Cerrado vegetation of Brazil. Bot Rev 38, p.201–341, 1972.

COZIN, B. B., FERREIRA, T. C., DAIBES, L. F., DE CARVALHO, I. F., DOS SANTOS, B. S., DE SOUZA, R. P., ... & MARTINS, A. R. Unveiling the hidden reserves: allocation strategies associated with underground organs of Cerrado legumes in fire-prone savannas. Functional Plant Biology, 51(9), 2024.

DENGLER NG. An integral part of botany. American Journal of Botany 89: 369–374, 2002.

DE VARGAS, W., FORTUNA-PEREZ, A. P., LEWIS, G. P., PIVA, T. C., VATANPARAST, M., & MACHADO, S. R. Ultrastructure and secretion of glandular trichomes in species of subtribe Cajaninae Benth (Leguminosae, Phaseoleae). Protoplasma, 256, 431-445, 2019.

FAHN A, CUTLER FD. Xerophytes. Encyclopedia of plant anatomy XIII 3. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1992.

FIDELIS, A; ROSALEM, P; ZANZARINI, V; CAMARGO, L.S; MARTINS, A.R; From ashes to flowers: a savanna sedge initiates flowers 24 h after fire, Ecology, 100: 1-4, 2019.

FILGUEIRAS TS; Hebarceous plant communities. The Cerrado of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna, 2002, p. 121-139

GLAS JJ, SCHIMMEL BC, ALBA JM, ESCOBAR-BRAVO R, SCHUURINK RC, KANT MR Plant glandular trichomes as targets for breeding or engineering of resistance to herbivores. Int. J Mol Sci 13:17077–17103, 2012.

GONZALES W.L; NEGRITTO M.A; SUÁREZ L.H; Induction of glandular and non-glandular trichomes by damage in leaves of *Madia sativa* under contrasting water regimes. Acta Oecologica 33. 2008, p. 128-132

GOTTSBERGER G, I SILBERBAUER-GOTTSBERGER Life in the Cerrado, a South American tropical seasonal ecosystem. Vol 1. Origin, structure, dynamics and plant use. Reta, Ulm. 2006.

GROHAR, M.C., ROSENFELDT, S. & MORALES, M. Stomatal micromorphology in a complex of *Mimosa* section *Mimosa* (Fabaceae). *Protoplasma* **259**, 203–215 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00709-021-01655-9>

HOFFMANN WA, AC FRANCO Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. *J Ecol* 91, p.475–484, 2003.

HOFFMANN W.A; ADASME R; HARIDASSAN M; et al. Tree topkill, not mortality, governs the dynamics of savanna-forest boundaries under frequent fire in central Brazil. *Ecology* 90: 1326-2337, 2009.

HUTZLER P, FISCHBACH R, HELLER W, JUNGBLUT TP, REUBER S, SCHMITZ R, VEIT M, WEISSENBOCK G, SCHNITZLER J-P. Tissue localization of phenolic compounds in plants by confocal laser scanning microscopy. *Journal of Experimental Botany* 49, 953–965. doi:10.1093/jxb/49. 323.953,1998.

JENSEN, W. A. Botanical histochemistry: principle and practice. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1962.

JOHANSEN, D.A. Plant microtechnique. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1940.

JORDAN GJ, CARPENTER RJ, AND, BRODRIBB TJ. Using fossil leaves as evidence for open vegetation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 395: 168–175, 2014.

JORDÃO. L.S.B. MORIM, M.P. BAUMGRATZ, J.F.A., Trichomes in Mimosa (Leguminosae): Towards a characterization and a terminology standardization. Elsevier, v. 272. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2020.151702>.

LEAL, A.S. VEGETATIVE MORPHOANATOMICAL TRAITS OF FABACEAE FROM OPEN

SAVANNA ‘CAMPO SUJO’. UNESP, Rio Claro - SP, 2021.

LENTHALL J, S BRIDGEWATER, PA FURLEY. A phytogeographic analysis of the woody elements of New World savannas. *Edinb J Bot* 56. p. 293–305, 1999.

LIBANO, A.M.; FELFILI, J.M. Mudanças temporais na composição florística e na diversidade de um cerrado sensu stricto do Brasil Central em um período de 18 anos (1985-2003). *Acta Botânica Brasílica*, Porto Alegre, 20, p. 927- 936, 2006.

Longhi, L. B., Teruya, G. M., Carneiro, T. E. B., Paiva, W. D. S. D., & Martins, A. R. Leaf anatomy of young legume trees from Cerrado as a support to the taxonomy. *Brazilian Journal of Botany*, 1-13, 2024

LPWG, Legume Phylogeny Working Group. Legume phylogeny and classification in the 21st century: Progress, prospects and lessons for other species-rich clades. *Taxon*, Utrecht, 62, p. 217–248, 2013.

LPWG, Legume Phylogeny Working Group. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon*, Utrecht, 66(1), p. 44-77, 2017.

MARINHO CR, OLIVEIRA RB, TEIXEIRA SP.. The uncommon cavitated secretory trichomes in *Bauhinia* s.s. (Fabaceae): The same roles in different organs. *Botanical Journal of the Linnean Society* 180: 104–122. 2016

Marques AR, Garcia QS, Rezende JLP, Fernandes GW. Variations of two species of *Miconia* in the Brazilian under different light intensities. *Tropical Ecology* 41. p. 47–60, 2000.

METCALFE CR, CHALK L Anatomy of the Dicotyledons: leaves, stem, and wood, in relation to taxonomy, with notes on economic uses. Clarendon, Oxford. 1950

MIRANDA HS, MMC BUSTAMANTE, AC MIRANDA. The fire factor. in PS Oliveira, RJ Marquis, eds. *The Cerrados of Brazil*. Columbia University Press, New York, 2002, p.51–68.

MCDOWELL NG, FISHER RA, XU C, ET AL. Evaluating theories of drought-induced vegetation mortality using a multimodel-experiment framework. *New Phytologist* 200, p.304–321. 2013.

MONTEIRO, W. R.; CASTRO, M. M.; GIULIETTI, A. M. Aspects of leaf structure of some species of *Leiotrix* Ruhl. (Eriocaulaceae) from Serra do Cipó (Minas Gerais, Brazil). *R. Bras. Bot.*, v. 7, n. 1, p. 137-147, 1985.

MÜLLER C, RIEDERER M. Plant surface properties in chemical ecology. *J Chem Ecol* 31: 2621–2651, 2005.

READ, J; SANSON G.D; Characterizing sclerohylly: the mechanical properties of a diverse range of leaf types. 2003,p. 81-99.

RIEDERER M, SCHREIBER L. Protecting against water loss: analysis of the barrier properties of plant cuticles. *Journal of Experimental Botany* 52: 2023–2032. 2001.

RODRIGUES, I. M. C. et al.. Anatomia e histoquímica das folhas de *Senna alata*. *Planta Daninha*, v. 27, n. 3, p. 515–526, 2009.

RODRIGUES, I. M. C. et al.. Anatomia e histoquímica das folhas de *Senna alata*. *Planta Daninha*, v. 27, n. 3, p. 515–526, 2009.

RODRIGUES, C.A., FIDELIS, A. Should we burn the Cerrado? Effects of fire frequency on open savanna plant communities. *Journal of Vegetation Science* 33. 2022. <https://doi.org/10.1111/jvs.13159>

ROSSATTO D, KOLB R, FRANCO A. Leaf anatomy is associated with the type of growth form in Neotropical savanna plants. *Botany* 93, p. 1-12, 2015.

SAKAI, W.S. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using Toluidine Blue O. *Stain Technology*, Baltimore, 48(5), p. 247-249, 1973.

SARMIENTO G, M MONASTERIO 1983 Life forms and phenology. IN F Bourlière, ed. *Ecosystems of the world: tropical savannas*. Elsevier, Amsterdam. p79–108. 1983

SIMON, M. F.; et al. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, 106(48), p. 20359 – 20364, 2009. SIMON, M. F.; PENNINGTON, T. Evidence for adaptation to fire regimes in the tropical savannas of the Brazilian Cerrado. *International Journal of Plant Science*, [S.l.], 173(6), p. 1-14, 2012.

SIMIONI PF, EISENLOHR P V., PESSOA MJG, SILVA IV da. Elucidating adaptive strategies from leaf anatomy: Do Amazonian savannas present xeromorphic characteristics? *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 226: 38–46, 2017.

STRASBURGER, E. *Handbook of practical botany for the botanical laboratory and private student*. (Transl. W. Hillhouse). Londres: George Allen & Company Ltda, 1913.