



**TAYNARA LARA DA SILVA**

**ANATOMIA E ÍNDICE DE VULNERABILIDADE DO XILEMA  
EM FOLHAS E CAULES DE DUAS ESPÉCIES DE FABACEAE  
LINDL.**

**LAVRAS - MG**

**2022**

**TAYNARA LARA DA SILVA**

**ANATOMIA E ÍNDICE DE VULNERABILIDADE DO XILEMA  
EM FOLHAS E CAULES DE DUAS ESPÉCIES DE FABACEAE  
LINDL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas (licenciatura plena), para a obtenção do Título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Marinês Ferreira Pires Lira  
Orientadora

Msc. Mariana Virginia de Freitas Dias  
Coorientadora

**LAVRAS-MG**

**2022**

**TAYNARA LARA DA SILVA**

**ANATOMIA E ÍNDICE DE VULNERABILIDADE DO XILEMA EM FOLHAS E  
CAULES DE DUAS ESPÉCIES DE FABACEAE LINDL.**

**XYLEM ANATOMY AND VULNERABILITY INDEX IN LEAVES AND STEM OF  
TWO SPECIES OF FABACEAE LINDL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Ciências  
Biológicas (licenciatura plena), para a  
obtenção do Título de Licenciada em Ciências  
Biológicas.

APROVADA em 15 de Setembro de 2022.

Profº. Drº. Marcio Paulo Pereira - Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG)

Profª Drª Alessandra de Oliveira Ribeiro - Colégio Tiradentes da Polícia Militar (CTPM)

Profª. Drª. Marinês Ferreira Pires Lira - Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Msc. Mariana Virginia de Freitas Dias - Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Profª. Drª. Marinês Ferreira Pires Lira  
Orientadora

Msc. Mariana Virginia de Freitas Dias  
Coorientadora

**LAVRAS-MG**

**2022**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Silva, Taynara Lara da.

Anatomia e Índice de Vulnerabilidade do Xilema em folhas e  
caules de duas espécies de Fabaceae lindl. / Taynara Lara da Silva. -  
2022.

42 p. : il.

Orientador(a): Marinês Ferreira Pires Lira.

Coorientador(a): Mariana Virginia de Freitas Dias.

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

Bibliografia.

1. Anatomia Vegetal. 2. Chamaecrista sp. 3. Mimosa sp. I. Lira,  
Marinês Ferreira Pires. II. Dias, Mariana Virginia de Freitas. III.  
Título.

*À minha família, a qual foi a base e suporte fundamental para concluir meus estudos, agradeço pelo amor e apoio em todo este processo, e por ser para mim exemplo de dedicação e perseverança.*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me conceder força e coragem diante dos desafios encontrados.

Aos meus pais Paulo e Lucéia, que com um amor infinito e incondicional sempre me acompanharam durante o percurso com conselhos e demonstrações de afeto, tornando-me mais forte durante a busca por esse sonho.

À minha irmã Andynara, por me incentivar e comemorar comigo cada conquista, mostrando-me a certeza de que nunca estarei sozinha.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Marinês e a minha coorientadora Mestre Mariana, por todo apoio, dedicação, paciência, confiança e aprendizado.

Aos meus professores, por serem exemplos de profissionais e contribuírem com a minha formação.

Aos meus familiares e amigos, que sempre estiveram comigo demonstrando apoio, carinho e companheirismo no decorrer dessa trajetória.

À Universidade Federal de Lavras - UFLA, em especial o Setor de Botânica e Laboratório de Anatomia Vegetal por permitir a realização do Trabalho de Conclusão do Curso.

MUITO OBRIGADA!

## RESUMO

O Cerrado é considerado o segundo maior bioma da América do Sul, o qual possui uma grande diversidade biológica, o que o torna reconhecido como a savana mais rica do mundo. Além disso, sua vegetação ao longo da extensão territorial apresenta diversas fitofisionomias, onde muitas espécies evoluíram sob a pressão sofrida pelo ambiente, no qual estão inseridas. O clima é classificado como tropical sazonal com estações definidas entre seca e chuva. As mesmas demonstram estar bem adaptadas aos solos pobres em nutrientes, que exibe coloração avermelhada e com alta porosidade. Sendo assim, esses fatores de variações ambientais, contribuem para que estas espécies sob estresse hídrico possam sofrer embolia. Baseado nessas informações, este estudo tem como objetivo, realizar a caracterização anatômica das folhas e caule e estimar a vulnerabilidade do xilema dos gêneros *Chamaecrista* e *Mimosa*, que ocorrem no ambiente do Cerrado. Para a realização deste estudo, foram coletados e fixados segmentos de caules da porção apical acompanhados de folhas completamente expandidas de plantas ocorrentes no Cerrado. Foram confeccionadas lâminas de secções transversais e paradérmicas. A lâmina foliar de *Chamaecrista* (L.) Moench têm epiderme unisseriada, é anfiestomática, com estômatos paracíticos e laterocíclicos, tricomas glandulares e tectores, mesofilo dorsiventral e feixe vascular colateral. O pecíolo apresenta parênquima fotossintetizante, estruturas de secreção e feixes vasculares com disposição variável. E no caule observou-se início da formação do sistema vascular secundário. Em *Mimosa* L., a lâmina foliar apresenta camadas subepidérmicas, é anfiestomática, possui mesofilo isobilateral e feixe vascular colateral. O pecíolo possui sistema vascular primário, enquanto no caule já há início da formação do crescimento secundário. Em relação ao IV, observou-se que não há variação entre as duas espécies. Porém, entre os órgãos, em *Mimosa*, o xilema da nervura foliar apresentou maior vulnerabilidade, em comparação ao pecíolo e caule. Os resultados contribuem para a melhor compreensão das adaptações anatômicas dessas plantas em meio às condições ambientais do Cerrado.

**Palavras-chave:** Cerrado. Anatomia vegetal. *Chamaecrista* sp. *Mimosa* sp. Vulnerabilidade do xilema.

## ABSTRACT

The Cerrado is considered the second largest biome in South America, which has a great biological diversity, which makes it recognized as the richest savanna in the world. In addition, its vegetation along the territorial extension presents several phytophysiognomies, where many species evolved under pressure from the environment they are inserted. Its climate is classified as a seasonal tropical climate with defined seasons between drought and rain. The vegetation seem to be well adapted to nutrient-poor soils, which exhibit a reddish color and high porosity. Thus, these factors of environmental variations, contribute for these species under water stress to suffer embolism. Based on this information, this study aims to perform the anatomical characterization of leaves and stems and estimate the vulnerability of the xylem of the *Chamaecrista* and *Mimosa* genre, which occurs in the Cerrado environment. To carry out this study, stem segments were collected and fixed from the apical portion accompanied by fully expanded leaves from plants occurring in the Cerrado. Slides of transverse and paradermal sections were prepared. The *Chamaecrista* leaf blade has amphistomatic uniseriate epidermis, with paracytic and laterocytic stomata, glandular and tector trichomes, dorsiventral mesophyll and collateral vascular bundle. The petiole presents photosynthetic parenchyma, secretory structures and vascular bundles with variable disposition. In the stem, the beginning of the formation of the secondary vascular system was observed. In *Mimosa*, the leaf blade presents subepidermal layers, the epidermis is amphistomatic, with an isobilateral mesophyll and collateral vascular bundle. The petiole has a primary vascular system, while in the stem there is already the beginning of the formation of secondary growth. In relation to IV, it was observed that there is no variation between the two species. However, among the organs, in *Mimosa*, the leaf vein xylem showed greater vulnerability, compared to the petiole and stem. The results contribute to a better understanding of the anatomical adaptations of these plants in the midst of the environmental conditions of the Cerrado.

**Key words:** Cerrado. Plant anatomy. *Chamaecrista* sp. *Mimosa* sp. Xylem vulnerability

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Foto da morfologia externa da <i>Chamaecrista</i> .....	15
Figura 2 - Foto da morfologia externa da <i>Mimosa</i> .....	16
Figura 3 - Foto da localização do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito .....	18
Figura 4 - Secção paradérmica do folíolo de <i>Chamaecrista</i> , demonstrando a epiderme da face adaxial .....	20
Figura 5 - Secção paradérmica do folíolo de <i>Chamaecrista</i> , demonstrando a epiderme da face abaxial .....	21
Figura 6 - Secção da epiderme adaxial do folíolo de <i>Chamaecrista</i> , exibindo os tricomas ...	21
Figura 7 - Secções transversais de tricomas de <i>Chamaecrista</i> .....	22
Figura 8 - Secção transversal do mesofilo do folíolo de <i>Chamaecrista</i> .....	23
Figura 9 - Secção transversal da nervura central do folíolo de <i>Chamaecrista</i> .....	24
Figura 10 - Secção transversal do feixe vascular de <i>Chamaecrista</i> .....	24
Figura 11 - Secção transversal do pecíolo de <i>Chamaecrista</i> .....	25
Figura 12 - Secção transversal dos detalhes do pecíolo de <i>Chamaecrista</i> .....	26
Figura 13 - Secção transversal do caule de <i>Chamaecrista</i> .....	27
Figura 14 - Secção paradérmica do folíolo de <i>Mimosa</i> , apresentando a epiderme na face adaxial .....	28
Figura 15 - Secção paradérmica do folíolo de <i>Mimosa</i> , apresentando a epiderme na face abaxial .....	28
Figura 16 - Secção transversal do mesofilo do folíolo de <i>Mimosa</i> .....	29
Figura 17 - Secção transversal do detalhamento do mesofilo de <i>Mimosa</i> .....	30
Figura 18 - Secção transversal da nervura central da <i>Mimosa</i> .....	31
Figura 19 - Secção transversal do pecíolo de <i>Mimosa</i> .....	32
Figura 20 - Secção transversal do pecíolo mostrando a projeção da <i>Mimosa</i> .....	32
Figura 21 - Secção transversal do caule de <i>Mimosa</i> .....	33
Gráfico 1 - Gráfico demonstrando o índice de vulnerabilidade do xilema na <i>Chamaecrista</i> de acordo com os órgãos da planta .....	35
Gráfico 2 - Gráfico demonstrando o índice de vulnerabilidade do xilema na <i>Mimosa</i> de acordo com os órgãos da planta .....	35
Gráfico 3 - Gráfico demonstrando o índice de vulnerabilidade dos gêneros .....	36

## **LISTA DE ABREVIATURA, SIGLAS E SÍMBOLOS**

IV: Índice de Vulnerabilidade

ada: Epiderme adaxial

aba: Epiderme abaxial

pp: Parênquima paliçádico

pe: Parênquima esponjoso

tri: Tricomas

cut: Cutícula

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1	Cerrado .....	13
2.2	Família Fabaceae .....	14
2.2.1	Gênero <i>Chamaecrista</i> .....	14
2.2.2	Gênero <i>Mimosa</i> L. ....	15
2.3	Vulnerabilidade do Xilema .....	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	17
3.1	Área de Estudo .....	17
3.2	Coleta .....	18
3.3	Preparação das lâminas e coloração .....	18
3.4	Fotomicrografias .....	19
3.5	Medições e Vulnerabilidade do Xilema .....	19
3.6	Análise estatística .....	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
4.1	Descrição Anatômica .....	19
4.1.1	Gênero <i>Chamaecrista</i> .....	19
4.1.1.1	Folíolo .....	19
4.1.1.2	Pecíolo .....	25
4.1.1.3	Caule .....	26
4.1.2	Gênero <i>Mimosa</i> .....	27
4.1.2.1	Folíolo .....	27
4.1.2.2	Pecíolo .....	31
4.1.2.3	Caule .....	33
4.2	Vulnerabilidade do Xilema .....	33
5	CONCLUSÃO .....	36
	REFERÊNCIAS .....	37

## 1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é considerado um dos hotspots de biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000). Em variados sistemas ecológicos por toda sua extensão, encontra-se uma combinação característica em relação ao clima e o solo, resultando em uma vegetação xeromorfa em clima estacional (VELOSO *et al.*, 1991), com temperaturas médias anuais entre 22°C e 27°C (IBGE, 2019). A vegetação do Cerrado não possui uma flora definida, sendo encontrada plantas herbáceas, subarborescentes e lenhosas (NERI *et al.* 2011), com ampla variação de espécies, as quais se distribuem por toda área de forma heterogênea (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Dentre estas espécies, destaca-se a família Fabaceae, considerada uma das maiores do táxon botânico, com ampla distribuição geográfica mundial. No Brasil, está presente em quase todas as formações vegetacionais e com grande número de espécies endêmicas. Atualmente destaca-se por possuir interesses econômicos, sendo utilizada de diversas formas, seja: alimentícias, madeiras, medicinais, agronômicas, renda produtiva, dentre outros (GONÇALVES *et al.*, 2015).

Recentemente houve uma reorganização dentro dos grupos taxonômicos, onde a família foi subdividida em seis grupos. Os gêneros *Chamaecrista* e *Mimosa*, a serem estudados, são pertencentes à subfamília Caesalpinioideae (LPWG, 2017). E ambos são amplamente distribuídos em diferentes formações vegetacionais pelo Brasil (BFG, 2015).

Fatores ambientais, como a alta temperatura, fogo, secas frequentes, oscilações de umidade, entre outros fatores, podem interferir na dinâmica da vegetação, o que contribui para o desencadeamento do déficit hídrico (REIS *et al.*, 2018; PEIXOTO *et al.* 2018). Conforme Dória (2016), as espécies que sobrevivem sob essas condições ambientais, possuem capacidade de modificar suas características anatômicas, a fim de evitar a perda de água diante dessas condições.

Neste contexto, Carlquist (1985) afirma que as características das células do xilema quanto à espessura, diâmetro, comprimento dos elementos de vasos, fibras e demais componentes, podem responder às formas de segurança mediante a condução hídrica. O índice de vulnerabilidade desenvolvido por Carlquist, mostra que as plantas sob estresse hídrico apresentam tendência ao embolismo, e conseqüentemente diminui a quantidade de água que irriga as folhas.

Fundamentado nas informações retratadas, sabe-se que o Cerrado é um ambiente xérico, o qual apresenta características próprias, as quais contribuem para que ocorram embolias no xilema das plantas. Além disso, é uma vegetação que tem sofrido ainda mais com

a crise climática, piorando suas condições existenciais. Vale ressaltar também sobre o desmatamento no Cerrado, que segundo a World Wildlife Fund - WWF (2022), aumentou cerca de 28,2% desde o início do ano. Logo, estudos anatômicos auxiliam na compreensão das variações estruturais, facilitando o entendimento dos mecanismos adaptativos, do crescimento e desenvolvimento das espécies presentes neste bioma. Os resultados obtidos podem colaborar para as previsões relativas à sobrevivência e distribuição das espécies em cenários prováveis de alterações climáticas e ambientais, possibilitando maior conservação das espécies e do ambiente, tendo grande importância nesse contexto de mudanças. Sendo assim, o objetivo deste estudo é caracterizar as folhas e o caule e estimar a vulnerabilidade do xilema dos gêneros *Chamaecrista* e *Mimosa*, que ocorrem em ambientes de Cerrado, a fim de fazer comparações entre as características observadas, mostrando a influência do ambiente.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cerrado

O Cerrado é considerado um dos biomas com maior biodiversidade no mundo (FELFILI; SILVA jr, 2001), e o segundo maior bioma brasileiro, superado apenas pela Floresta Amazônica (BORLAUG, 2002). Localiza-se em uma região de clima tropical sazonal, que apresenta duas estações bem definidas, verões chuvosos e invernos secos (AZEVEDO, 1972), com temperatura média variando em torno de 22°C e 27°C (IBGE, 2019). Situando-se em todas as regiões do País, nos estados: Goiás, Maranhão, Tocantins, Bahia, Piauí, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Minas Gerais e São Paulo, ocupando uma área de 1.983.017 km<sup>2</sup>, cerca de 23,3% do território nacional (IBGE, 2019).

Quando se fala em diversidade biológica, o Cerrado brasileiro, torna-se referência por ser reconhecido como a savana mais rica do mundo, onde proporciona abrigo a 12.829 espécies nativas catalogadas (BFG, 2021), onde muitas dessas se encontram ameaçadas de extinção (ICMBio, 2018). A interferência do homem na natureza, com o objetivo de melhorar o modo de vida humana, contribui com os impactos ambientais, o que resulta na perda da flora original, da qual restam apenas 19,8%. Entretanto, o Cerrado possui grande biodiversidade e alto nível de endemismo, e em meio ao elevado índice de degradação, possibilitou que o mesmo fosse inserido como um dos hotspots mundiais (STRASSBURG *et al.*, 2017).

A vegetação do Cerrado não é distribuída uniformemente, as árvores nativas geralmente são tortas, com ramificações irregulares e de porte médio, apresenta o

desenvolvimento do súber e têm suas folhas espessas, apresentando características de plantas xeromórficas. Ao longo de sua extensão territorial, é possível encontrar diversas fitofisionomias, sendo subdivididas em três grandes grupos: Formações Florestais, Savânicas e Campestres (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Na maior parte desta vegetação, os solos são denominados de latossolos, ou seja, um solo pouco profundo, de textura arenosa, com pH ácido, com uma coloração avermelhada, pobre em nutrientes essenciais e altas taxas de alumínio (RIBEIRO; WALTER, 1998).

## **2.2 Família Fabaceae**

A família Fabaceae Lindl. (Leguminosae Jussieu), popularmente conhecida por leguminosas, é relatada em inúmeros trabalhos sendo uma das famílias de maior representatividade entre as Angiospermas, sendo apenas ultrapassada por Orchidaceae e Asteraceae. É conhecida como a terceira maior família botânica existente, com cerca de aproximadamente, 19.400 espécies (LIMA et al, 2018), e distribuídas em seis subfamílias (LPWG, 2017).

Suas espécies são constituídas pelos mais diversos hábitos, árvores, arbustos, lianas e ervas (SOUZA; LORENZI, 2019). Apresenta-se uma distribuição cosmopolita, ou seja, pode ser encontrada praticamente em qualquer lugar do mundo. Segundo Cardoso e Queiroz (2010), uma das contribuições para isso, é referente a adaptação morfológica a locais que apresentam estresse ambiental, com baixa disponibilidade de água e altas temperaturas.

Além disso, é uma família que apresenta importância social e econômica, como fonte de produtos medicinais, alimentícios, ornamentais, madeireiros e até mesmo espécies úteis de grande valor (DI STASI & HIRUMA-LIMA, 2002).

Várias espécies desta família carregam consigo uma importância ambiental em seus representantes, desenvolvem associações simbióticas com colônias de bactérias que vivem em nódulos nas raízes, tornando essa interação um processo de fixação do nitrogênio, que além de beneficiar os agricultores, beneficia o ecossistema natural (LPWG, 2013).

### **2.2.1 Gênero *Chamaecrista***

O gênero *Chamaecrista* (L.) Moench é pertencente à família Fabaceae. Recentemente houve uma reorganização de classificação intrafamiliar e passou a ser constituída por seis subfamílias: Caesalpinioideae, Cercidoideae, Detarioideae, Dialioideae, Duparquetioideae e Papilionoideae. Portanto a subfamília Caesalpinioideae foi ampliada, sendo reconhecida atualmente por 148 gêneros e cerca de 4.400 espécies (LPWG, 2017).

Dentro da nova classificação, o gênero *Chamaecrista* permanece inserido na tribo Cassieae, conforme a atual (LEWIS *et al.* 2005).

Nas características morfológicas, o gênero é reconhecido por ser subarbustivas ou arbustivas, apresentar folhas paripinadas sem nectários ou quando presentes são pateliformes, as flores com coloração amarela, geralmente assimétricas e com um par de bractéolas e seus frutos deiscentes (FIGURA 1) (IRWIN & BARNEBY, 1982).

Conforme o Brazil Flora Group (BFG 2015), atualmente no Brasil são encontradas aproximadamente 256 espécies, sendo que dessas 207 são endêmicas.

Figura 1 - Foto da morfologia externa da *Chamaecrista*



Fonte: Mariana Dias (2022)

### 2.2.2 Gênero *Mimosa* L.

O gênero *Mimosa* L. pertence à família Fabaceae. Em conformidade com a reorganização de classificação familiar, a subfamília Mimosoideae foi definida como um clado, passando a ser incorporada na subfamília Caesalpinioideae (LPWG, 2017).

O clado Mimosoide é composto por: Acacieae, Ingeae, Mimoseae (LPWG, 2017), e conta com aproximadamente 80 gêneros e 3.200 espécies, sendo encontrada nas regiões tropicais, subtropicais e temperadas (MATOS; MELO; SANTOS-SILVA, 2019).

O gênero *Mimosa* em suas características, geralmente apresentam folhas bipinadas, com frequência da presença de nectários extraflorais, suas inflorescências são do tipo glomérulos e espigas (FIGURA 2)(QUEIROZ, 2009).

Figura 2 - Foto da morfologia externa da *Mimosa*



Fonte: Autora (2022)

### 2.3 Vulnerabilidade do Xilema

Grande parte da vegetação do Cerrado cresce em solos distróficos, que consequentemente, é limitado pela baixa disponibilidade de nutrientes (BUCCI *et al.*, 2006). Além disso, há uma limitação ao acesso a água ligada a influência de estar localizada em uma zona climática, na qual demonstra períodos de seca e chuva bem definidos (INMET, 2018). Portanto, as plantas de estrato lenhoso apresentam mudanças estruturais e fisiológicas, devido a limitação nutricional do solo e a disponibilidade de água (BUCCI *et al.*, 2006).

De acordo com Franco *et al.* (2014), algumas espécies que vivem em locais com períodos de chuva e seca bem definidos, passam por um processo de adaptação, adquirindo

atributos que permitam a sua sobrevivência neste ambiente. Essas espécies têm a capacidade de modificar suas características anatômicas, com o intuito de evitar a perda de água, em situações de estresse hídrico (DÓRIA *et al.*, 2016).

Existem vários estudos demonstrando o efeito da variabilidade ambiental nas estruturas anatômicas do xilema secundário e proporcionando a cada estudo maior entendimento ecológico em relação às modificações do xilema, de acordo com as condições ambientais as quais a planta está inserida. (CARLQUIST; HOEKMAN, 1985; ALVES; ANGYALOSSY-ALFONSO, 2002; SONSIN *et al.*, 2012; DÓRIA *et al.*, 2016; BLAGITZ, 2017). As características anatômicas do xilema evidenciam essas condições, mas é perceptível também a diferenciação de ecótipos entre a mesma espécie, a plasticidade fenotípica (HOAT, SACK; HOLBROOK, 2007) assim como é influenciado por meio de fatores genéticos (BAAS *et al.*, 1983; METCALFE & CHALK, 1983).

Com base no índice de vulnerabilidade (IV), proposto por Carlquist, as plantas que apresentam os vasos do xilema de maior diâmetro, são mais eficientes na condução de água em maior quantidade, mas tendem a ser mais propensos a ocorrer uma embolia, e conseqüentemente, interromper o fluxo de água (SPERRY *et al.*, 1994). Em contrapartida, as plantas com vasos de menor diâmetro e pouca disponibilidade de água, visa aumentar o número de vasos por área, a fim de compensar a eficiência do transporte e evitar embolias (BAAS *et al.* 1983).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Área de Estudo**

O Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito está localizado no extremo sul do município de Lavras-MG (FIGURA 3), entre as coordenadas geográficas de 21°19'45" e 21°20'48"S, e 44°58'18" e 44°59'24"WGW (DALANESI *et al.*, 2004). É uma propriedade particular aberta ao público, na qual pertence a Fundação Abraham Kasinski (FAK) e oficialmente denominada Parque Municipal Florestal Abraham Kasinski.

O Parque possui uma área de 235 hectares e é constituído por uma vegetação com uma fitofisionomia variada, dentre elas: floresta, cerrado, campo rupestre e campo de altitude.

Figura 3 - Localização do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito



Fonte: Google Maps (2022)

### 3.2 Coleta

Foram coletados segmentos de caules da porção apical acompanhado de folhas completamente expandidas, dos gêneros pertencentes à família Fabaceae. O material coletado foi fixado em etanol 70% (JENSEN, 1962) até a confecção das lâminas.

### 3.3 Preparação das lâminas e coloração

Para o estudo das espécies foram realizadas secções paradérmicas e transversais, feitas à mão livre, com auxílio de lâmina de aço. As secções paradérmicas foram feitas somente na lâmina foliar, para o estudo da epiderme. Já as secções transversais foram executadas no caule, pecíolo e folha para realizar o estudo anatômico.

Após as secções, os fragmentos passaram pelo processo de clarificação, no qual, foi utilizado uma solução composta por hipoclorito de sódio 1% e água destilada, na proporção 1:1, por alguns minutos até que completa perda de coloração, posteriormente há lavagens triplicadas em água destilada por um minuto cada.

Para a coloração dos fragmentos transversais de folha, caule e pecíolo, foram utilizados os corantes Safranina 1% e Azul de Alcian 1% (LUQUE *et al.*, 1996), enquanto as

secções paradérmicas foram coradas com o corante Safranina 1% (JOHANSEN, 1972). O meio de montagem das lâminas semipermanentes foi glicerol a 50% em água.

### 3.4 Fotomicrografias

Para obtenção das fotomicrografias foi utilizado microscópio de luz Nikon, modelo Eclipse E100 com câmera de captura Infinity acoplada. Foi utilizado o software INFINITY ANALYSE para a captura das imagens, ambos disponíveis no Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Lavras.

### 3.5 Medições e Vulnerabilidade do Xilema

Para as medições dos vasos do xilema, realizou-se a análise de três repetições em cada região (caule, pecíolo e nervura principal da lâmina foliar) por espécie. Foi utilizado o software ImageJ para as medidas do diâmetro e contagem do número de vasos do xilema. O índice de vulnerabilidade foi calculado utilizando a seguinte fórmula, proposta por Carlquist (1977):

$$IV = \frac{\text{Média do diâmetro dos vasos } (\mu\text{m})}{\text{N}^{\circ} \text{ de vasos}}$$

### 3.6 Análise estatística

Os dados de IV foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade, com a finalidade de comparar a variável (i) entre as duas espécies e (ii) entre as três regiões em uma mesma espécie. Nesse caso, considerou-se um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Descrição Anatômica

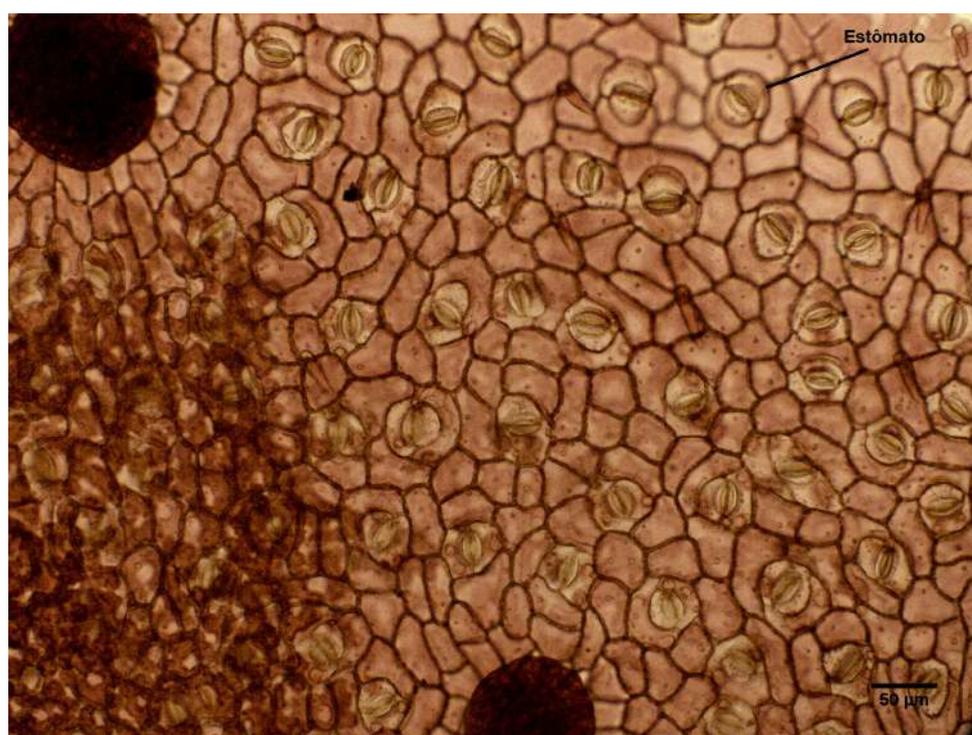
#### 4.1.1 Gênero *Chamaecrista*

##### 4.1.1.1 Folíolo

As secções paradérmicas obtidas do folíolo da *Chamaecrista*, mostram que os estômatos são do tipo paracítico e laterocíclico, e as paredes celulares, não possuem sinuosidade (FIGURA 4 e 5). Os folíolos são caracterizados como anfiestomáticos, conforme já havia sido descrito nos estudos (SOLEREDER, 1908; METCALFE, CHALK, 1950;

LACKEY, 1978, REZENDE *et al.*, 1994; LUCKOW, 2002). A apresentação dos tipos de estômato é relatada na literatura como uma característica de membros pertencentes a Caesalpinioideae (SOLEREDER, 1908; METCALFE, CHALK, 1950; COWAN, 1981; WATSON, 1981; SAHEED; ILLOH, 2010) e no gênero *Chamaecrista* (FRANCINO *et al.*, 2015). Além disso, é possível observar a presença de tricomas glandulares sésseis (FIGURA 4, 7 e 8) e tectores unicelulares (FIGURA 4, 7 e 8) nas faces adaxial e abaxial. Segundo Ferreira (2002), a presença de tricomas pode estar relacionado a forma de adaptação, estando presente na superfície foliar poderá proporcionar uma redução da temperatura e maior reflexão da radiação solar. Ademais, foi perceptível, que ambas as faces da epiderme são bem semelhantes, mas quando observadas no microscópio em mesmo aumento é notável que a face adaxial (FIGURA 4) apresenta estômatos e células da parede celular em tamanhos menores quando comparados com a face abaxial (FIGURA 5).

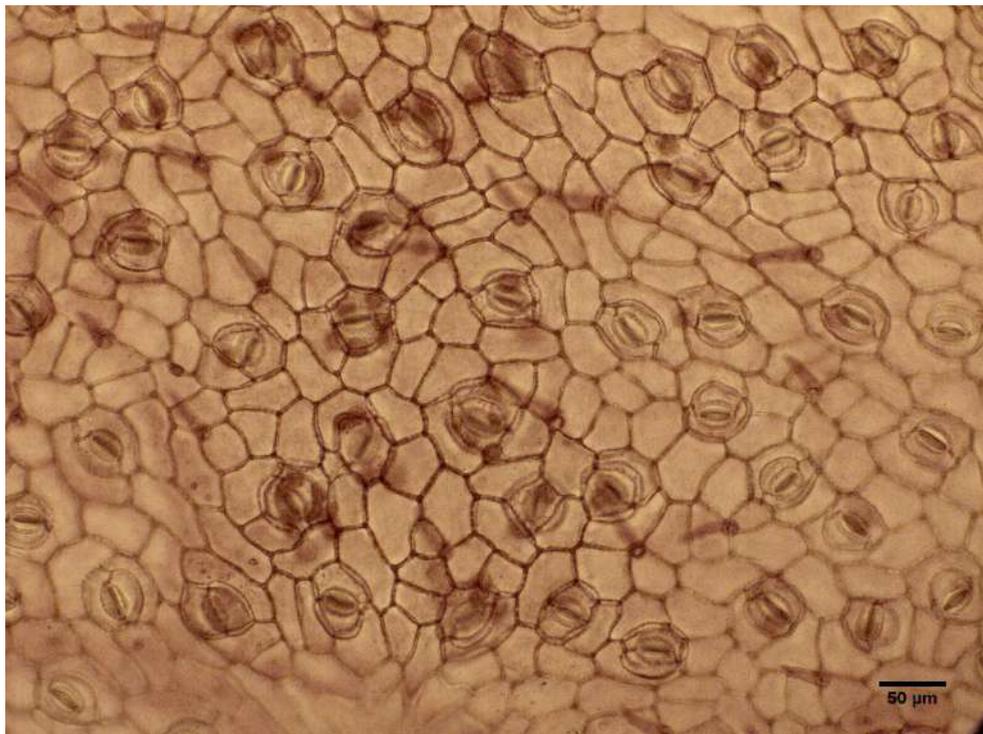
Figura 4 - Secção paradérmica do folíolo de *Chamaecrista*



Legenda: Epiderme da face adaxial

Fonte: Autora (2022)

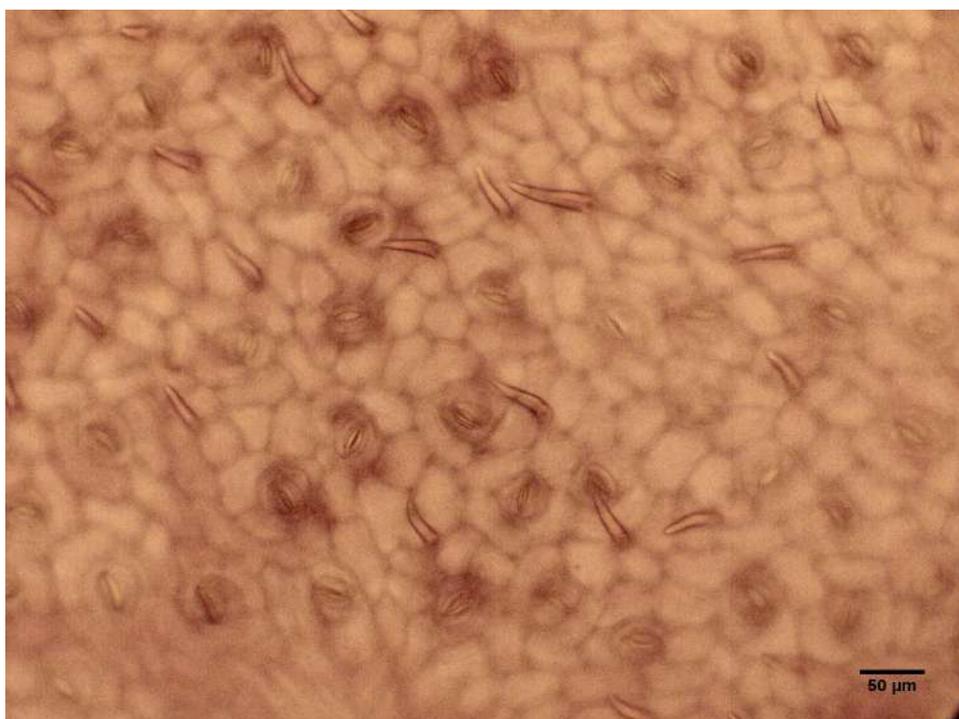
Figura 5 - Secção paradérmica do folíolo de *Chamaecrista*



Legenda: Epiderme da face abaxial

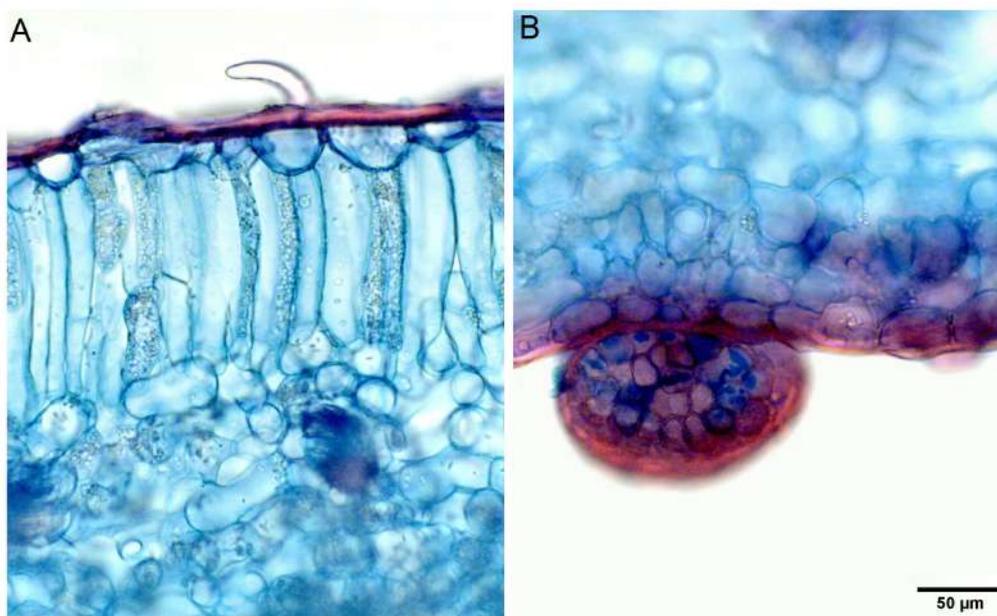
Fonte: Autora (2022)

Figura 6 - Secção da epiderme adaxial do folíolo de *Chamaecrista*



Legenda: Fotomicrografias mostrando a presença de tricomas na face adaxial

Fonte: Autora (2022)

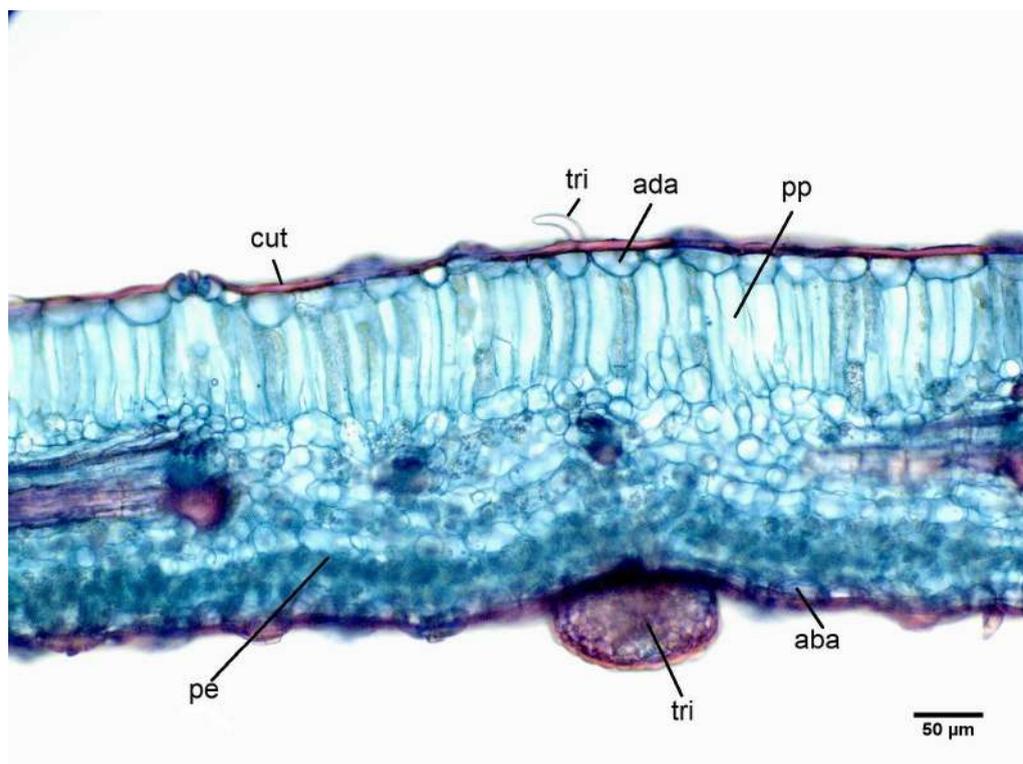
Figura 7 - Secções transversais de tricomas em *Chamaecrista*

Legenda: A: tricoma glandular sésseis. B: tricoma tectores

Fonte: Autora (2022)

O folíolo de *Chamaecrista*, quando analisado em um corte transversal, possui uma cutícula espessa, a epiderme é unisseriada, com células poligonais e papilas em alguns locais. Os estômatos estão dispostos um pouco acima do nível das demais células epidérmicas. O mesofilo é do tipo dorsiventral, possui uma a duas camadas de parênquima paliçádico, quatro a seis camadas de células de parênquima esponjoso dispostas de forma compacta. (FIGURA 8). Os folíolos dorsiventrais são comuns na subfamília Caesalpinioideae (WATSON, 1981; REZENDE *et al.*, 1994). A presença do mesofilo compacto pode estar relacionado ao estudo, no qual afirma que em condições de incidência luminosa elevada, onde as plantas precisam lidar com solos distróficos, como típico do cerrado, resultando uma concentração de massa foliar e um menor número de folha e mais espessa, atuando como uma estratégia adaptativa (READ *et al.*, 2009).

Figura 8 - Secção transversal do mesofilo do folíolo de *Chamaecrista*

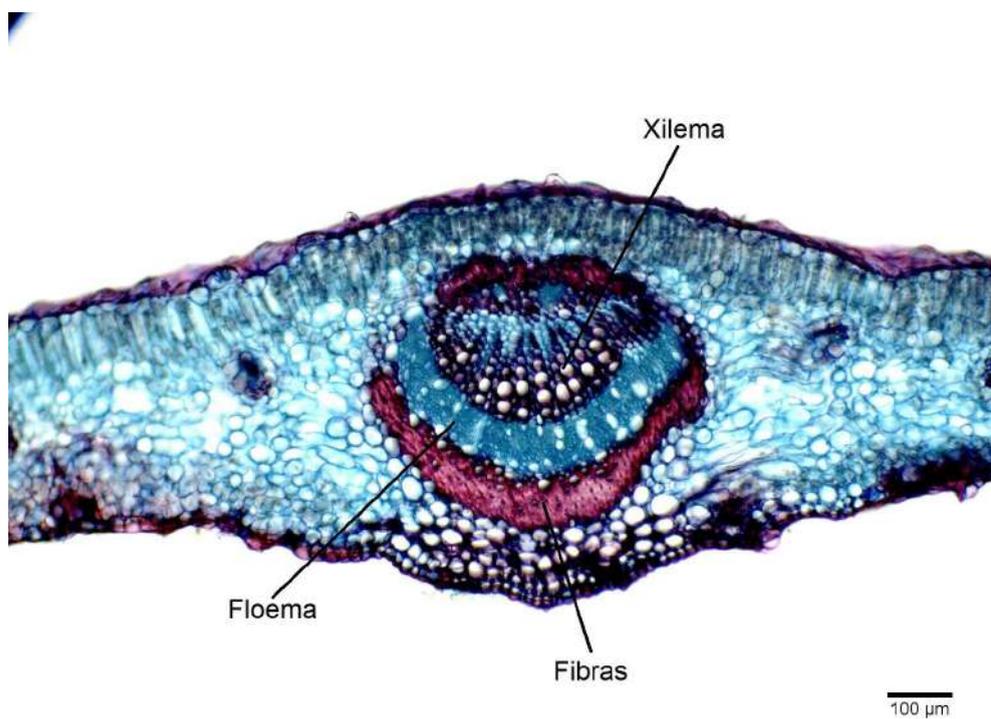


Legenda: cut: cutícula; ada: Epiderme adaxial; pp: Parênquima paliçádico; pe: Parênquima esponjoso; tri: Tricomas; aba: Epiderme abaxial.

Fonte: Autora (2022)

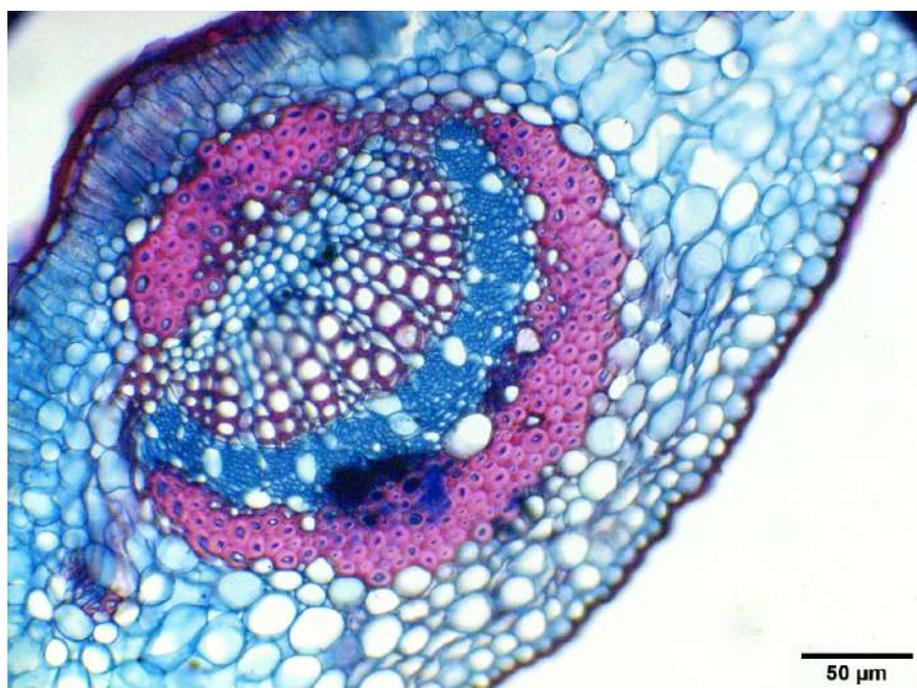
Na nervura central a camada de parênquima paliçádico se mantém, seguido de fibras que circunda o feixe vascular, que é do tipo colateral, apresentando floema e xilema de lados opostos (FIGURA 9 e 10). Em estudos realizados anteriormente com o gênero *Chamaecrista*, afirmam que é comum feixes vasculares colaterais de arco aberto (METCALFE; CHALK, 1950; COUTINHO *et al.*, 2013; FRANCINO *et al.*, 2015). No lado abaxial da nervura, observa-se epiderme com células pequenas e arredondadas. Parênquima fundamental também é perceptível em ambos os lados da nervura.

Figura 9 - Secção transversal da nervura central da *Chamaecrista*



Fonte: Autora (2022)

Figura 10 - Secção transversal do feixe vascular da *Chamaecrista*



Fonte: Autora (2022)

#### 4.1.1.2 Pecíolo

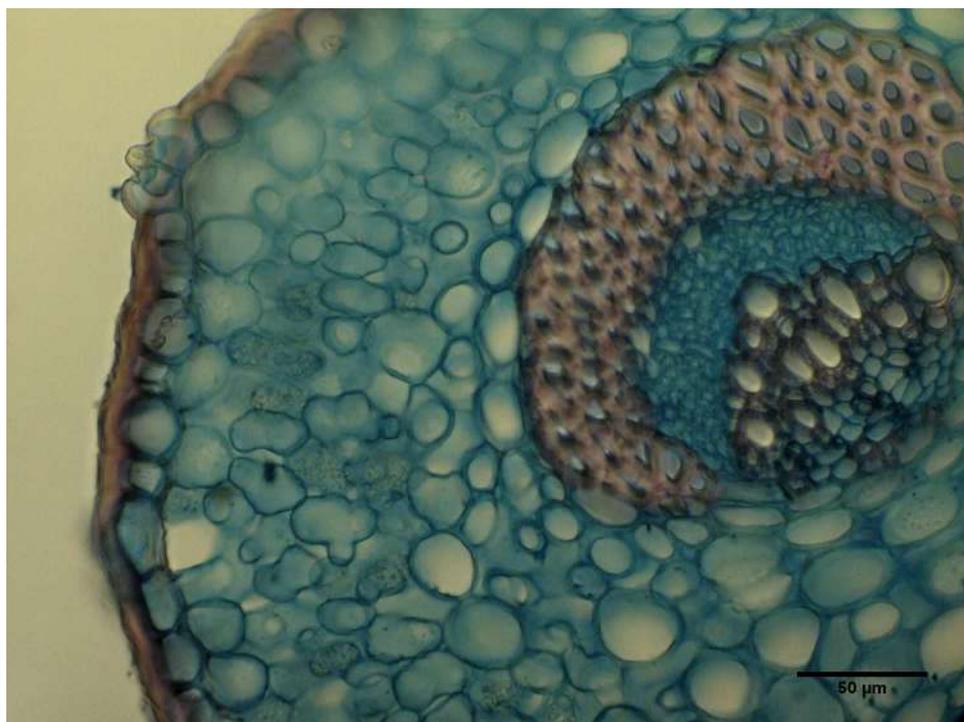
O pecíolo apresenta formato oval, com epiderme unisseriada recoberta por cutícula espessa. Estômatos são observados dispostos acima das demais células epidérmicas (FIGURA 11 e 12). Algumas estruturas secretoras associadas à epiderme são visíveis. Alguns autores relatam a presença de nectários extraflorais na subfamília Caesalpinioideae (COWAN, 1981) considerando o aspecto externo (CONCEIÇÃO *et al.*, 2003; DUTRA, 2005). Há uma confirmação anatômica que a estrutura pode ser classificada como nectário extrafloral, por apresentar vascularização com xilema e floema (FRANCINO *et al.*, 2006), mas no entanto, estudos mais recentes são necessários. Abaixo da epiderme, há de cinco a seis camadas de células parenquimáticas isodiamétricas contendo cloroplastos. Em alguns locais estas células apresentam formato mais alongado (FIGURA 12). Células de parênquima fundamental são observadas na região cortical e entremeadas entre os feixes, na região medular. Os feixes vasculares são colaterais, em número, tamanho e disposição variáveis (FIGURA 8). Fibras em formato de arco estão associadas ao floema.

Figura 11 - Secção transversal do pecíolo de *Chamaecrista*



Fonte: Autora (2022)

Figura 12 - Secção transversal dos detalhes do pecíolo de *Chamaecrista*



Fonte: Autora (2022)

#### 4.1.1.3 Caule

No caule, na região analisada, observa-se uma epiderme unisseriada, com cutícula e células de paredes espessas. Estas características foram relatadas em um estudo com *Chamaecrista trichopoda* (FRANCINO *et al.*, 2003). Na região cortical, observa-se células parenquimáticas e algumas fibras. O sistema vascular já em fase secundária de crescimento dispõe-se em anel contínuo, formando o primeiro anel de crescimento distinto. Está delimitado por várias camadas de fibras de parede espessa, formando zonas fibrosas. No xilema, observa-se vasos com porosidade difusa, representada por cerca de 90% de vasos solitários com contorno angular e 10% de vasos múltiplos. Parênquima medular está presente (FIGURA 13).

Figura 13 - Secção transversal do caule da *Chamaecrista*

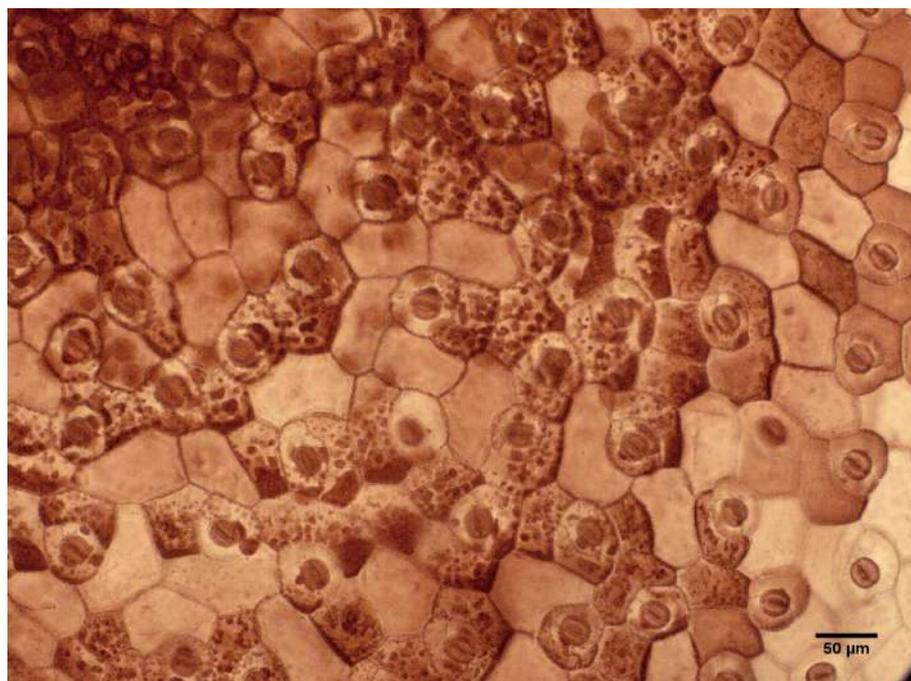
Fonte: Autora (2022)

#### 4.1.2 Gênero *Mimosa*

##### 4.1.2.1 Folíolo

Em secção paradérmica é possível observar estômatos do tipo paracítico, sendo a folha anfiestomática, ou seja, apresenta estômatos nas duas faces da epiderme (FIGURA 14 e 15), e as paredes celulares das células epidérmicas não possuem sinuosidades. Estas observações são corroboradas por Begum *et al.* (2013). Entretanto, de acordo com Grohar *et al.* (2022), o gênero *Mimosa* é bastante diverso. São observados, dentro do gênero, outros tipos de estômatos além do paracítico, além disso, o formato das células epidérmicas também pode variar (PAYNE, 1970; EDEOGA, *et al.* 2008; BEGUM; BORTHAKUR, 2013; MONTAÑO-ARIAS *et al.* 2018). Além disso, não foram observados tricomas.

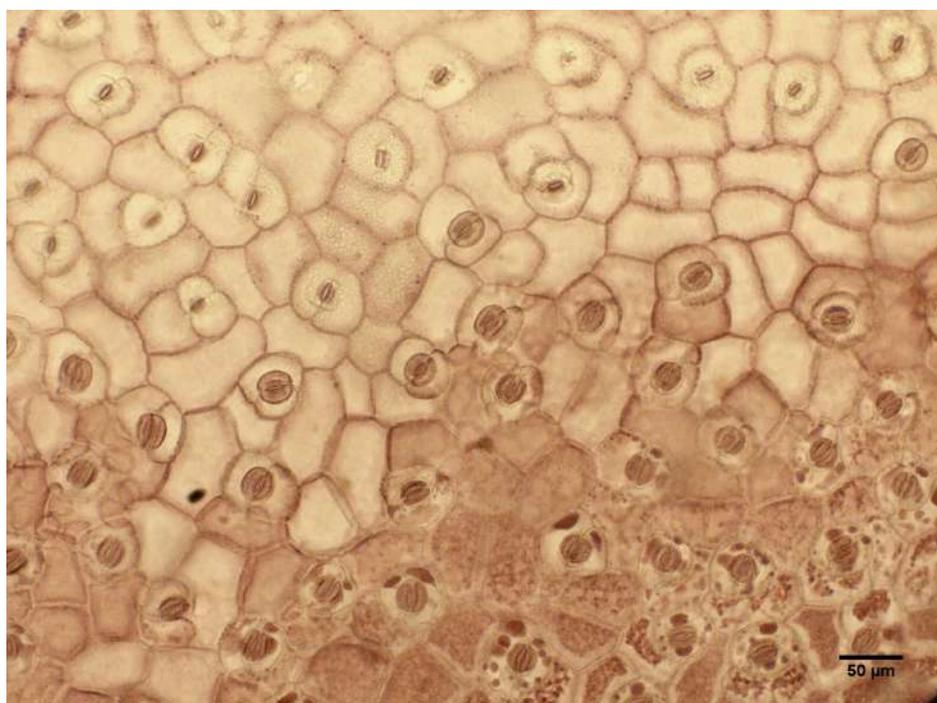
Figura 14 - Secção paradérmica do folíolo de *Mimosa*



Legenda: Epiderme da face adaxial

Fonte: Autora (2022)

Figura 15 - Secção paradérmica do folíolo de *Mimosa*

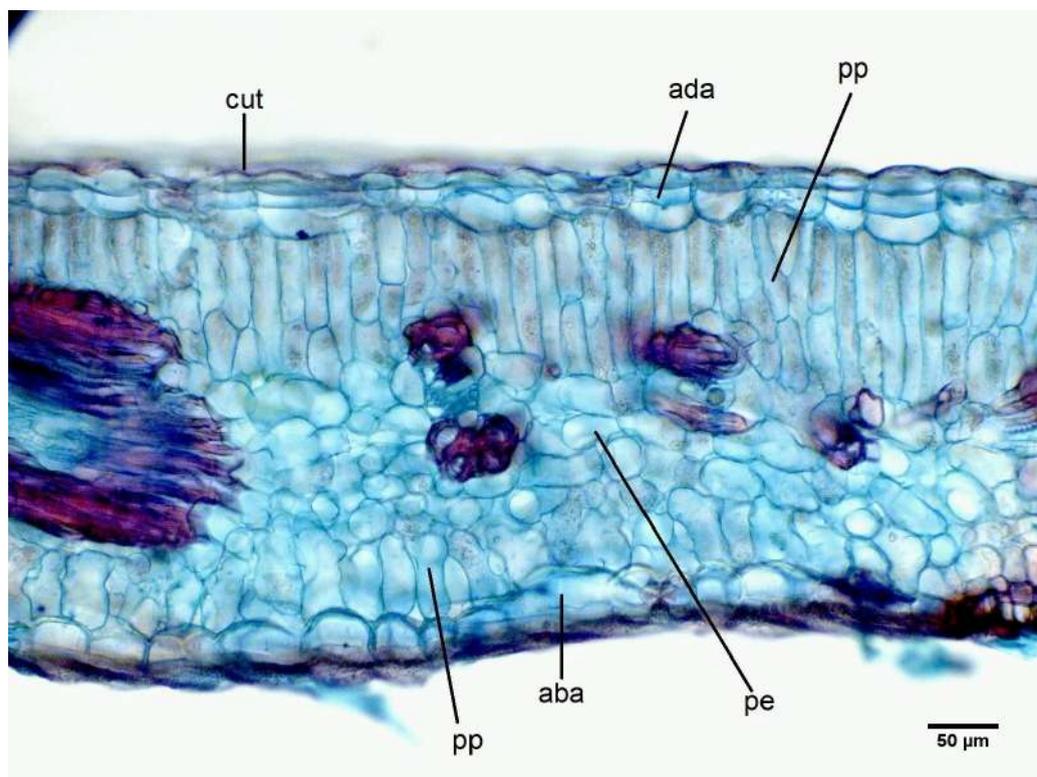


Legenda: Epiderme da face abaxial

Fonte: Autora (2022)

O folíolo da *Mimosa*, quando observado em uma secção transversal, apresenta uma cutícula delgada e epiderme com células poligonais. Observa-se, nas duas faces da folha, regiões onde há de uma a duas camadas de células subepidérmicas. Estudos relacionados a ontogenia são necessários para melhor entendimento do desenvolvimento das células subepidérmicas, para que seja possível caracterizar como epiderme multisseriada ou hipoderme. O mesofilo é do tipo isobilateral, ou seja, possui a presença de parênquima paliçádico em ambas as faces e camadas de parênquima esponjoso entre as camadas de parênquima paliçádico. Evidencia-se a presença de uma a duas camadas de parênquima paliçádico no lado adaxial. Além disso, exibe o parênquima esponjoso compacto, tendo de três a quatro camadas (FIGURA 16) e uma camada de parênquima paliçádico no lado abaxial, com algumas regiões descontínuas (FIGURA 17). As observações são corroboradas por Metcalf e Chalke (1979). Os autores ainda complementam que o tipo de mesofilo varia de acordo com o tamanho e formato dos folíolos.

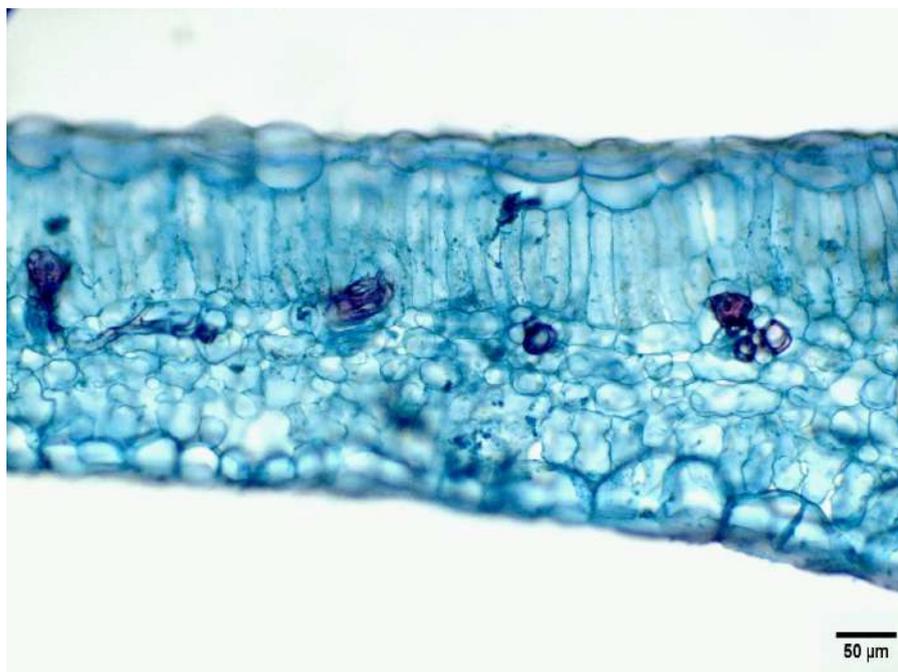
Figura 16 - Secção transversal do folíolo de *Mimosa*



Legenda: cut: cutícula; ada: epiderme adaxial; pp: parênquima paliçádico; aba: epiderme abaxial; pe: parênquima esponjoso.

Fonte: Autora (2022)

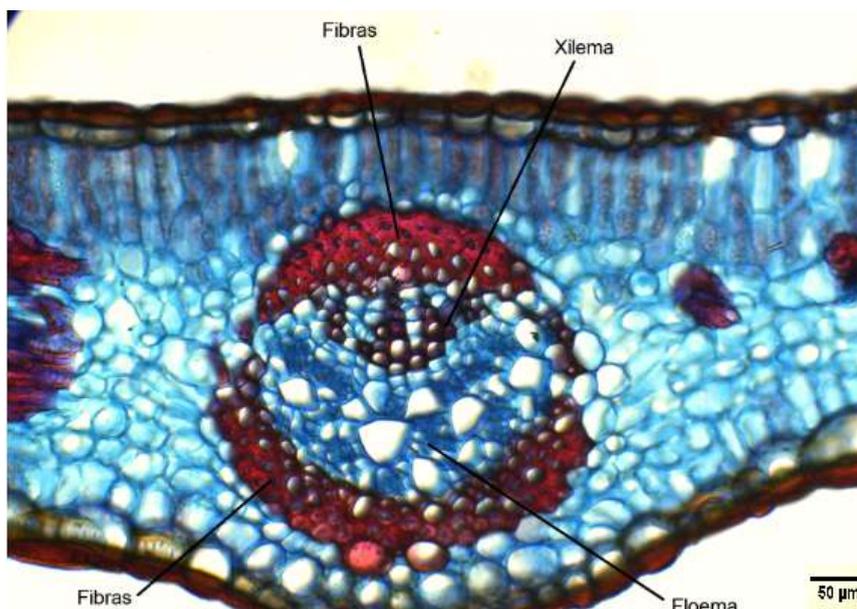
Figura 17 - Secção transversal de detalhamento do mesofilo de *Mimosa*



Legenda: Fotomicrografias mostrando que o parênquima paliçádico da face abaxial é descontínuo.  
Fonte: Autora (2022)

Na secção transversal da nervura central, epiderme possui células menores e arredondadas, e camadas subepidérmicas também são observadas. A camada de parênquima paliçádico se mantém, somente na parte superior. Na sequência é possível observar a presença de uma calota de fibras circundando o feixe vascular, que é classificado como colateral (FIGURA 18). Células de parênquima fundamental são observadas em ambos os lados da nervura.

Figura 18 - Secção transversal da nervura central da *Mimosa*

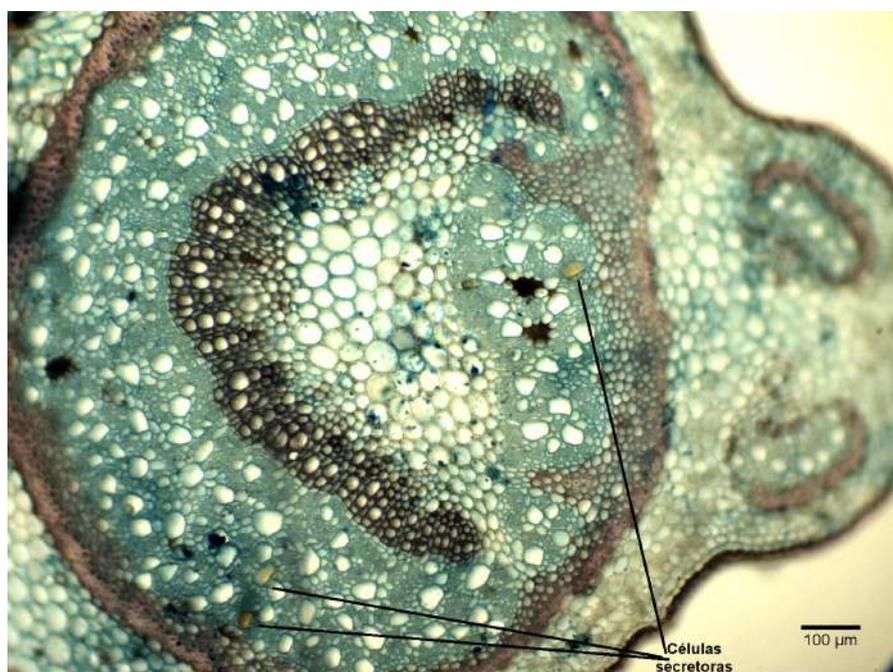


Fonte: Autora (2022)

#### 4.1.2.2 Pecíolo

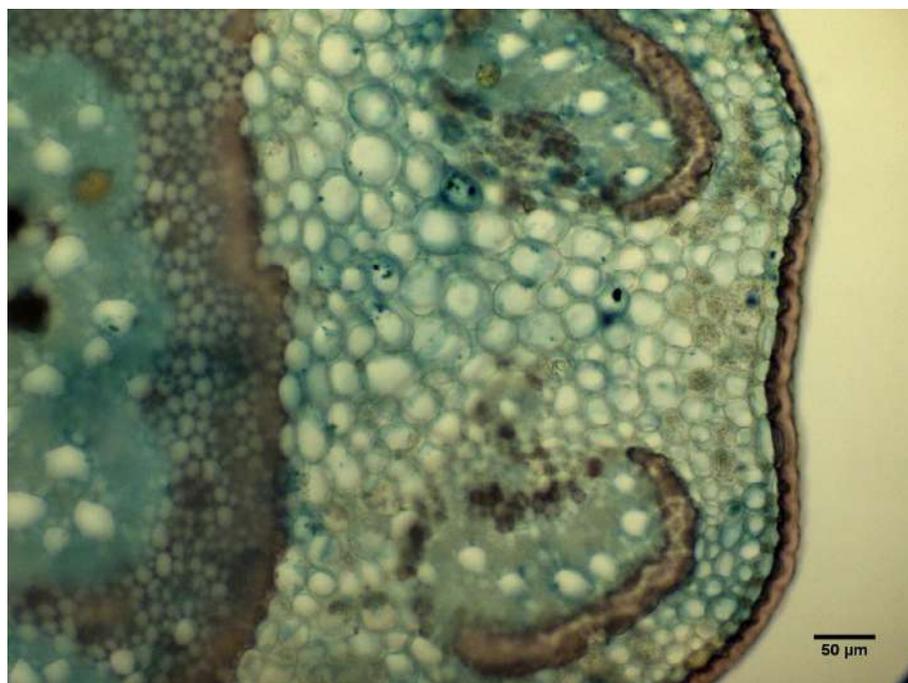
O pecíolo tem contorno esférico, com uma projeção do lado adaxial. É recoberto por uma cutícula espessa sobre uma epiderme unisseriada. Tricomas não foram observados. No lado abaxial, ocorre algumas células com parede secundária lignificada, abaixo da epiderme. Na região cortical, observa-se células parenquimáticas isodiamétricas, contendo cloroplastos próximo à epiderme. Na região da projeção, há dois feixes colaterais com xilema pouco desenvolvido e fibras associadas ao floema (FIGURA 20). Observa-se também, na região central, um grande feixe vascular colateral côncavo do lado abaxial e um feixe e outro feixe menor, do lado adaxial, apenas com floema (FIGURA 19). Ambos são circundados por um anel único de fibras. Observa-se, ainda, células secretoras no floema e parênquima medular, sendo necessário mais estudos para identificação.

Figura 16 - Secção transversal do pecíolo de *Mimosa*



Fonte: Autora (2022)

Figura 17 - Secção transversal do pecíolo mostrando a projeção da *Mimosa*

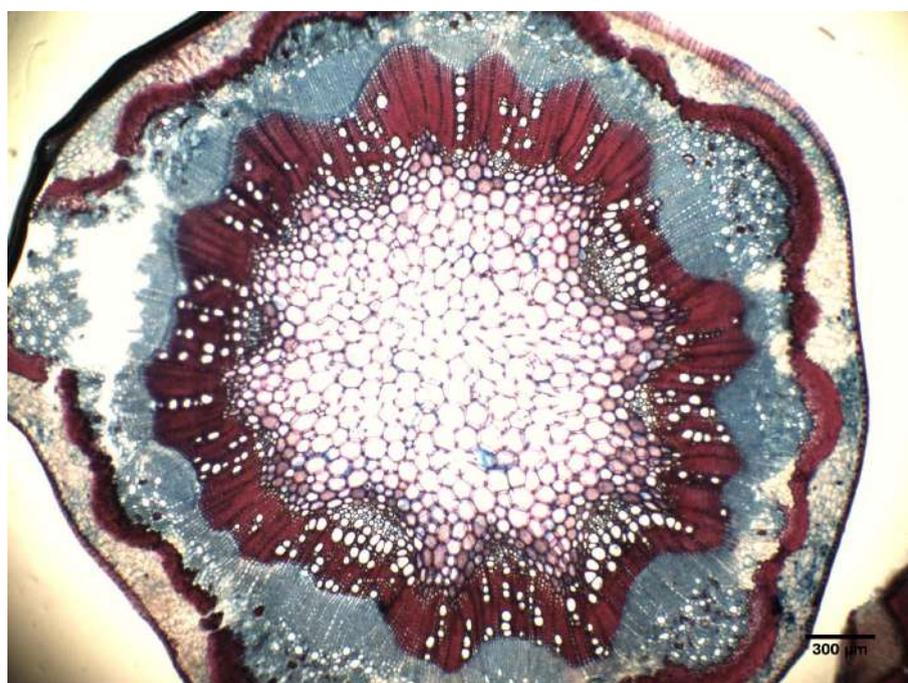


Fonte: Autora (2022)

#### 4.1.2.3 Caule

O caule, na região analisada, apresentou epiderme unisseriada, revestida por cutícula espessa. A região cortical possui células de parênquima fundamental. O sistema vascular já está em fase secundária, sendo formado por xilema e floema em contínuo, envolvido externamente por fibras, arranjadas em pequenos arcos contínuos. Há presença de região medular, constituída por parênquima fundamental (FIGURA 21).

Figura 21 - Corte transversal do caule da *Mimosa*



Fonte: Autora (2022)

Por fim, é importante ressaltar que os estudos anatômicos sobre o gênero *Mimosa*, quando se trata de folha e pecíolo, são escassos. Concomitantemente a isso, encontra-se dificuldade na comparação das análises anatômicas.

#### 4.2 Vulnerabilidade do Xilema

Ao analisar sobre o índice de vulnerabilidade, podemos notar que não há variação entre os gêneros pertencentes a Fabaceae (GRÁFICO 3). Comparando-se o índice de vulnerabilidade entre as regiões na mesma espécie, podemos destacar que o xilema da nervura

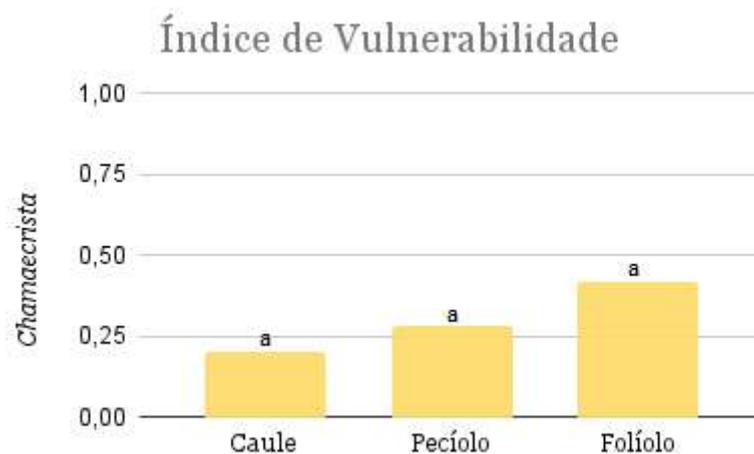
foliar é mais vulnerável em relação ao pecíolo e caule, como demonstrado nos gráficos (GRÁFICO 1 e 2).

Quando observamos a anatomia das duas espécies de Fabaceae lindl., pode-se notar que a presença de tricomas é vista somente na *Chamaecrista*, o que pode contribuir para que seja menos vulnerável, em relação a *Mimosa*. Como já citado por Ferreira (2002) a presença de tricomas, geralmente está associado a forma de adaptação, e estando presente na superfície foliar poderá proporcionar uma redução da temperatura e maior reflexão da radiação solar.

E uma das medidas de adaptação ao ambiente, é a planta investir em números de vasos por área, com menor diâmetro, por ser mais seguro. Além de proporcionar segurança, maior número de vasos, conseqüentemente, evita embolias e a fim de compensar a eficiência do transporte (BAAS et al., 1983). Há estudos, em que menciona que os vasos têm uma tendência a apresentar-se agrupados, quando estão presente em ambientes secos, em contrapartida, as plantas que estão em ambientes úmidos apresentam solitários ou esporadicamente agrupados (CARLQUIST; HOEKMAN, 1985).

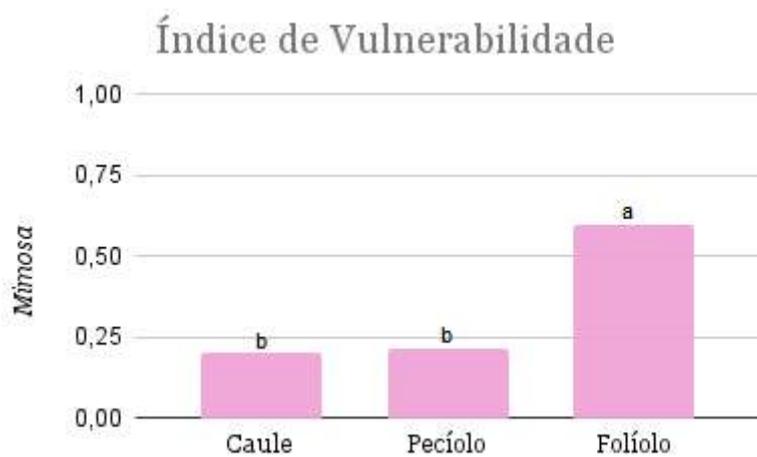
De acordo com o índice de vulnerabilidade, proposto por Carlquist (1977) os resultados com valor próximo ou superior a 1, já se considera uma espécie vulnerável ao ambiente seco, e os valores mais próximos ao zero indicam plantas mais resistentes neste ambiente. O IV proposto por Carlquist foi criado para estimar a vulnerabilidade de dados do xilema secundário, e como os órgãos possuem tecidos vasculares em fases de crescimento diferentes, a utilização deste índice para estrutura primária ainda precisa ser mais investigada.

Gráfico 1 - Gráfico do índice de vulnerabilidade do xilema na *Chamaecrista* conforme os órgãos da planta.



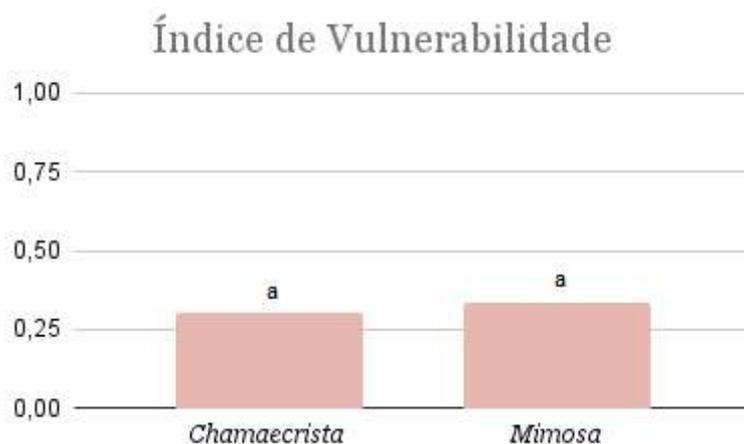
Fonte: Autora (2022)

Gráfico 2 - Gráfico do índice de vulnerabilidade do xilema na *Mimosa* conforme os órgãos da planta



Fonte: Autora (2022)

Gráfico 3 - Gráfico do índice de vulnerabilidade do xilema dos gêneros.



Fonte: Autora (2002)

## 5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, as espécies estudadas possuem características anatômicas coerentes com as descrições existentes para outras espécies dos gêneros *Chamaecrista* e *Mimosa* ocorrentes no Cerrado.

Considerando o índice de vulnerabilidade proposto por Carlquist, nenhuma das espécies estudadas encontra-se em situação de risco de embolia no momento da análise. Com isso, o índice de vulnerabilidade demonstrou um padrão semelhante entre as espécies, embora apresentem algumas características anatômicas distintas entre si. Porém, entre as regiões amostradas, é possível concluir que as folhas de *Mimosa* apresentam maior vulnerabilidade à embolia no xilema.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, E.S. & V. ANGYALOSSY-ALFONSO. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. **IAWA Journal**. 21: 3--30.
- AZEVEDO, A. **Brasil: a terra e o Homem** – As bases físicas. São Paulo: Editora Nacional, v.2, 1972.
- BAAS et al . **Evolution of xylem physiology**. In: POOLE, I. & HEMSLEY, A., editors. *Evolution of plant physiology*. London: Elsevier Academic Press, 2004. p. 273-295
- BAAS, P.; WERKER, E.; FAHN, A. Some ecological trends in vessel characters. *IAWA Bulletin*, v. 4, n. 2-3, p. 2-3, 1983.
- BEGUM, A. BORTHAKUR, S. K. **Comparative micromorphological studies on leaf epidermis in three species of *Mimosa linnaeus* (Mimosaceae) from Assam**. *India. Pleione*, v. 7, p. 1–7, 2013.
- BFG (The Brazil Flora Group), 2021. **Flora do Brasil 2020**. 1-28 pp. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - <http://doi.org/10.47871/jbrj2021001>.
- BFG. 2015. **Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil**. *Rodriguésia* 66(4): 1085-1113. DOI: 10.1590/2175-7860201566411
- BORLAUG, N.E. 2002. **Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead**. In: R. Bailey (ed.). *Global warming and other eco-myths*. pp. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA.
- BUCCI *et al.* . Nutrient availability constrains the hydraulic architecture and water relations of savannah trees. **Plant. Cell and Environment**. (2006)
- CARDOSO, D. B. O. S.; QUEIROZ, L. P. de. **Caatinga no contexto de uma metacomunidade: evidências da biogeografia, padrões filogenéticos e abundância de espécies em leguminosas**. In: \_\_\_\_\_. *Biogeografia da América do Sul: padrões e processos*. São Paulo: Roca, 2010. p. 241-260.
- CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. **American Journal of Botany**. v. 64, p. 887-896, 1977.
- CARLQUIST, S. Ecological factors in wood evolutions: a floristic approach. **American Botany**. v. 64. n. 7. p. 887-896. 1977.

CARLQUIST, S.; HOEKMAN, D.A. Ecological wood anatomy of the woody southern Californian flora. **IAWA Bulletin**. v. 6, p. 319-347. 1985.

CHOAT, B. et al. Global convergence in the vulnerability of forests to drought. **Nature**. v. 491, p. 752–755, 2012.

COUTINHO et al. Leaf anatomical studies of *Chamaecrista* subsect. *Baseophyllum* (Leguminosae, Caesalpinioideae): new evidence for the up-ranking of the varieties to the species level. **Plant Systematics and Evolution** 299: 1709-1720. 2013

COWAN R S. **Advances in legume systematics**. Caesalpinioideae. In: Polhill RM, Raven PH. (eds.). Part 1. Kew. Royal Botanical Gardens. p. 57-64. 1981

DALANESI et al. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta Botanica Brasilica**. v.18, n.4, p.737-757, 2004.

DI STASI, L. C.; HIRUMA-LIMA, C. A. Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica. Unesp. São Paulo. n. 2- edição. **Revista e ampliada**. p. 264, 2002.

DÓRIA, L.C. et al. Do woody plants of the Caatinga show a higher degree of xeromorphism than in the Cerrado? **Flora**. v. 224, p. 244-251, 2016.

EDEOGA, H. O.; OMOSUN G.; OSUAGWU, G. G. E.; EMEZUE, O. O. Micromorphology of the leaf cuticle in *Mimosa* species (Leguminosae-Mimosoideae). **Asian J Plant Sci**. v. 7, p.424–426, 2008.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. **Biogeografia do bioma cerrado: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão mestre do São Francisco**. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia, Brasília. 2001.

FRANCINO et al. Anatomical interpretations of the taxonomy of *Chamaecrista* (L.) Moench sect. *Absus* (Leguminosae–Caesalpinioideae). **Plant Systematics and Evolution** 301. 2015

FRANCO et al. **Cerrado vegetation and global change: the role of functional types, resource availability and disturbance in regulating plant community responses to rising CO2 levels and climate warming**. *Theor. Exp. Plant Physiol* 26:19–38. 2014

GONÇALVES et al. Espécies Frutíferas Do Cerrado E Seu Potencial Para Os Safs. Flovet - Boletim Do Grupo De Pesquisa Da Flora. **Vegetação E Etnobotânica**. p. 67-79, 2015

IBGE. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250 000 /IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. IBGE. 2019

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250.000. Rio de Janeiro, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 113, 155 p. (Relatórios metodológicos, v. 45).

ICMBio. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Biodiversidade do Cerrado e Caatinga. **ICMBio**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cbc/publicacoes.html>. 2018.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **INMET**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. 2018

IRWIN, H.S. & BARNEBY, R.C. 1982. **The American Cassiinae**: A synoptical revision of Leguminosae - Tribe Cassieae subtribe Cassiinae in the New World. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 35: 1-918.

JENSEN, W.A. **Botanical Histochemistry**: principles and practice. San Francisco: W.H. Freeman, 1962. 408p.

LACKEY J. **Leaflet anatomy of Phaseoleae (Leguminosae, Papilionoideae) and its relation to taxonomy**. *Bot Gaz* 139: 436–446. 1978

LEWIS *et al.* Legumes of the world. **The Royal Botanic Gardens**. Kew. 2005

LIMA, N. M.; SANTOS, N. C.; La Porta, A. Quimiodiversidade, Bioatividade E Quimiosistemática Do Gênero Inga (Fabaceae): Uma Breve Revisão. **Revista Virtual de Química**. Londrina. Vol. 10. p. 459-473. 2018.

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

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

LPWG, Legume Phylogeny Working Group. **Towards a new classification system for legumes:** Progress report from the 6th International Legume Conference. S. African J. Bot. 89: 3–9. 2013

LUCKOW M. **Anatomical features of the leaves in the Dichrostachys group (Leguminosae, Mimosoideae) and their utility for phylogenetic studies.** Syst Bot 27:29–40. 2002

LUQUE et al. Métodos de coloração de Roeser (1972): modificado - e Kropp (1972) visando a substituição do azul de astra por azul de alcião 8GS ou 8GX. **Acta Botanica Brasilica.** 1996

MATOS, Samara Silva de; MELO, André Laurênio de; SANTOS-SILVA, Juliana. **Clado Mimosoide (Leguminosae-Caesalpinioideae) no Parque Estadual Mata da Pimenteira.** Semiárido de Pernambuco, Brasil. Rodriguésia, v. 70, 2019

METCALFE CR; CHALK L. **Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses.** Oxford, Clarendon Press. vol 1. 1950

METCALFE, C.R. Anatomy, phylogeny and taxonomy. In: METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of Dicotyledons.** Oxford University Press, 1983, p. 98-125.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., da Fonseca, G.A.B. & Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature.** v. 403, p. 853-858, 2000.

NERI, et al. Espécies De Cerrado Com Potencial Para Recuperação De Áreas Degradadas Por Mineração De Ouro, Paracatu-Mg. **Revista Árvore.** Viçosa. v. 35, n. 4, p. 907-9018, 2011.

PAYNE, W. W. Helicocytic and allelocytic stomata: unrecognized patterns in the Dicotyledonae. **Am J Bot.** n. 57, p.140–147, 1970.

QUEIROZ, L.P. **Leguminosas da Caatinga.** UFFS, Feira de Santana.Royal Botanic Garden, Kew. 2009.

QUEIROZ, R.T. & LOIOLA, M.I.B. 2009. **O gênero *Chamaecrista* Moench (Caesalpinioideae) em áreas do entorno do Parque Estadual das Dunas de Natal.** Rio Grande do Norte, Brasil. Hoehnea 36: 725-736.

QUEIROZ, RUBENS TEIXEIRA DE. **FABACEAE do Cariri paraibano** [livro eletrônico] / Rubens Teixeira de Queiroz. – Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2021. 626p.

RASBAND, W. **Image J documentation.** Disponível em: <<https://imagej.nih.gov/ij/docs/index.html>> . Acesso em 03 de agosto de 2022.

READ et al. Correlations between leaf toughness and phenolics among species in contrasting environments of Australia and New Caledonia. **Ann Bot** **103**. 2009

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. **As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado.** In: SANO, M.S.; ALMEIDA S.P.; RIBEIRO, J.F. Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa, 2008. p.153- 212.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. **Fitofisionomias do bioma cerrado.** In SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: Ed Embrapa CPAC. p. 85-166, 1998.

ROSSATTO et al. Do woody and herbaceous species compete for soil water across topographic gradients? Evidence for niche partitioning in a Neotropical savanna. **South African Journal of Botany**. 2014

SAHEED A.S; ILLOH H.C. **A taxonomic study of some species in Cassiinae (Leguminosae) using leaf epidermal characters.** Not Bot Horti Agrobot Cluj-Napoca 38:21–27, 2010

SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the Dicotyledons.** Oxford: Clarendon Press, 1908. 1182 p

SONSIN et al. A comparison of the wood anatomy of 11 species from two cerrado habitats (cerado s.s and adjacent gallery forest). **Botanical Journal of the Linean Society**. 1--20. 2012

SOUZA, V. C., & LORENZI, H. **Botânica Sistemática:** guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG IV. Instituto Plantarum (Ed.), 4o ed. Nova Odessa, SP: p. 768, 2019.

SPERRY et al. Xylem embolism in ring porous, diffuse-porous, and coniferous trees of northern Utah and interior Alaska. **Ecology**. v. 75, n. 6, p. 1736-1752, 1994.

STRASSBURG et al. Moment of Truth for Cerrado hotspot. **Nature Ecology and Evolution**. n.99, v.1, mar-2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Biblioteca Universitária**. Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos: TCCs, monografias, dissertações e teses. 3. ed. rev., atual. e ampl. Lavras, 2020.

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. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 124 p, 1991.

WATSON, L. **An automated system of generic description for Caesalpinioideae, and its application to classification and key-making**. In: POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H. Adv. Leg. Syst., v. 1, p. 65-80, 1981.

WWF. Em 2022, desmatamento cresceu 28% no Cerrado e 7% na Amazônia. **WWF**. 2022. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/?83129/Desmatamento-cresceu-28-no-Cerrado-e-7-na-Amazonia-e-m-2022>>. Acesso em: 07 de agosto de 2022.