



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



**Ciências
Biológicas**
UEL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

GUSTAVO FRANCO DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DOS ÓRGÃOS
VEGETATIVOS DE MUDAS JOVENS DE *Ficus
adhatodifolia* Schott ex Spreng (MORACEAE).**

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

GUSTAVO FRANCO DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DOS ÓRGÃOS
VEGETATIVOS DE MUDAS JOVENS DE *Ficus
adhatodifolia* Schott ex Spreng (MORACEAE).**

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

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Medri

Londrina – Paraná
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

S715c Souza, Gustavo Franco de. CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DOS ÓRGÃOS VEGETATIVOS DE MUDAS JOVENS DE *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng (MORACEAE). / Gustavo Franco de Souza. - Londrina, 2025.30 f.
Orientador: Cristiano Medri.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, 2025. Inclui bibliografia.
1. Anatomia - TCC. 2. Parênquima - TCC. 3. Xilema - TCC. I. Medri, Cristiano. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 574

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cristiano Medri

Profa. Dra. Marcela Blagitz Ferraz do Nascimento

Prof. Dr. José Marcelo Domingues Torezan

Londrina, 18 de fevereiro de 2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao estado brasileiro por fornecer a nós vindos de camadas sociais desfavorecidas a oportunidade de ter ensino público, gratuito e de qualidade.

Agradeço à minha mãe Joice por me incentivar desde cedo a seguir uma vida de estudos e por perpetuar minha vida ao longo de todos esses anos, diversificando o legado de nossa família e me tornando o primeiro a possuir um diploma.

Agradeço ao meu orientador Cristiano Medri pela paciência, atenção e esforços sempre que necessário para o trabalho.

Agradeço a todos os professores e professoras que fazem da sua vida o compromisso de nos mostrar o caminho para os mínimos detalhes das relações entre os organismos vivos. Posso nomear Lúcia Giuliano-Caetano, Fernanda Simões de Almeida, Sheila Michele Levy, meu próprio orientador Cristiano Medri, José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro, José Marcelo Domingues Torezan, Técnica do laboratório de bioquímica Silvia Borba, Emerson José Venâncio, Juliana Delatim Simonato Rocha, José Antônio Pimenta, Halley Caixeta de Oliveira, Marcela Blagitz e Rogério Fernandes de Souza.

Agradeço ao meu amor Isabella Sayuri Ozeki Camargo, por termos nos encontrado nessa vida e não termos saído um do lado do outro todos os dias desde então, e que para toda a vida assim seja.

SOUZA, Gustavo Franco de. **CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DOS ÓRGÃOS VEGETATIVOS DE MUDAS JOVENS DE *Ficus adhatodifolia* (MORACEAE).**

2025. 30 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2025.

RESUMO

A família Moraceae inclui árvores, arbustos ou ervas, monóicas ou dióicas, com cerca de 250 espécies no Brasil, incluindo aquelas do gênero *Ficus*, que conta com espécies arbóreas, monóicas, terrícolas, hemiepífitas ou mais raramente saxícolas, com ou sem raízes adventícias e látex que varia de leitoso a translúcido. *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng. é uma árvore que atinge até 25 metros de altura com distribuição no bioma Floresta Atlântica, podendo crescer em locais ensolarados ou no sub-bosque da floresta, de modo a atingir o dossel tornando-se árvore emergente. Apresenta grande importância ecológica por sua alta abundância, porte e grande produção de frutos comestíveis para a fauna. A caracterização anatômica é importante por fornecer uma compreensão de mecanismos adaptativos das espécies ao ambiente e subsídios, dentre outros, para a produção de mudas de espécies nativas visando a restauração ecológica. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi descrever a anatomia de órgãos vegetativos de mudas jovens de *F. adhatodifolia*. Foram coletadas amostras foliares, caulinares e radiculares de indivíduos cultivados no LABRE-UEL, fixadas em FAA50 e submetidas a técnicas histológicas (cortes manuais, coloração com azul de toluidina e lugol). A análise microscópica revelou características anatômicas adaptativas como cutícula espessa, abundância de colênquima em folhas, pecíolos e caules jovens, fibras esclerificadas no xilema e parênquima radial/axial abundante. A presença de cristólitos e tricomas glandulares nas folhas sugere mecanismos de defesa contra herbivoria. No caule, observou-se lignificação precoce do xilema e atividade cambial intensa, enquanto as raízes exibiram periderme bem desenvolvida e grande estoque de grãos de amido, indicando reservas energéticas críticas para resistência a estresses. *F. adhatodifolia* possui características anatômicas que favorecem sua resistência em ambientes degradados, como flexibilidade mecânica, defesa química e eficiência no armazenamento de recursos. Estudos futuros tem o potencial de comparar sua anatomia com outras espécies da Floresta Estacional Semidecidual para avaliar a correlação entre estrutura anatômica e sobrevivência em campo.

Palavras-chave: Anatomia. *Ficus*. Resistência.

Souza, Gustavo Franco de. **ANATOMICAL CHARACTERIZATION OF VEGETATIVE ORGANS OF YOUNG SEEDLINGS OF *Ficus adhatodifolia* (MORACEAE)**. 2025. 30 pgs. Final Dissertation (Biological Sciences Undergraduation) – Londrina State University. Londrina. 2025.

ABSTRACT

The Moraceae family includes trees, shrubs, or herbs, which can be monoecious or dioecious, with about 250 species in Brazil, including those of the genus *Ficus*. This genus comprises tree species that are monoecious, terrestrial, hemiepiphytic, or more rarely saxicolous, with or without adventitious roots and latex that ranges from milky to translucent. *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng. is a tree that can reach up to 25 meters in height, distributed in the Atlantic Forest biome. It can grow in sunny locations or in the forest understory, eventually reaching the canopy and becoming an emergent tree. It holds significant ecological importance due to its high abundance, size, and substantial production of edible fruits for wildlife. Anatomical characterization is important as it provides an understanding of adaptive mechanisms of species to their environment and supports the production of seedlings of native species aimed at ecological restoration. Thus, the objective of this study was to describe the anatomy of vegetative organs of young *F. adhatodifolia* seedlings. Leaf, stem, and root samples were collected from individuals cultivated at LABRE-UEL, fixed in FAA50, and subjected to histological techniques (manual sectioning, staining with toluidine blue and Lugol's solution). Microscopic analysis revealed adaptive anatomical characteristics such as a thick cuticle, abundant collenchyma in leaves, petioles, and young stems, sclerified fibers in the xylem, and abundant radial/axial parenchyma. The presence of cystoliths and glandular trichomes in the leaves suggests defense mechanisms against herbivory. In the stem, early lignification of the xylem and intense cambial activity were observed, while the roots exhibited a well-developed periderm and a large storage of starch grains, indicating critical energy reserves for stress resistance. *F. adhatodifolia* possesses anatomical characteristics that favor its resistance in degraded environments, such as mechanical flexibility, chemical defense, and efficient resource storage. Future studies have the potential to compare its anatomy with other species of the Semi-deciduous Seasonal Forest to evaluate the correlation between anatomical structure and field survival.

Keywords: Anatomy. *Ficus*. Resistance.

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Coleta e preparação do material botânico.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1 Lâmina foliar	12
4.2 Nervura mediana	15
4.3 Pecíolo	17
4.4 Ápice do caule em crescimento primário.....	18
4.5 Base do caule em crescimento secundário	21
4.6 Base da raiz primária em crescimento secundário.....	23
4.7 Raiz secundária em crescimento secundário.....	25
5. CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

Moraceae inclui árvores, arbustos ou ervas, monóicos ou dióicos, com laticíferos abundantemente distribuídos em todo o tecido parenquimatoso; presença de cristólitos, em geral globosos; muitas vezes com taninos (ROMANIUC-NETO et al., 1992; JUDD et al, 2009).

Souza & Lorenzi (2005) relataram, para esta família, a ocorrência de aproximadamente 50 gêneros e 1.500 espécies predominantemente tropicais e subtropicais, representada no Brasil por 27 gêneros com cerca de 250 espécies (JACOMASSI et al, 2010). Segundo Cronquist (1981), Moraceae apresenta alguns gêneros amplos, como *Ficus* e *Dorstenia* com cerca de 500 e 100 espécies, respectivamente. O gênero *Ficus* abrange as espécies conhecidas popularmente como figueiras, árvores de médio a grande porte e importantes pela alta abundância, biomassa e grande produção de frutos comestíveis para a fauna; ocorrendo em todos os biomas brasileiros. As figueiras são reconhecíveis principalmente pela presença de infrutescências denominadas de sicônios, produção de látex e ramos que exibem estípulas nas gemas apicais, geralmente caducas, deixando cicatrizes em torno do caule (CARAUTA; DIAZ, 2002).

Ficus adhatodifolia Schott ex Spreng. é nativa do Bioma Floresta Atlântica, com distribuição nas regiões sul, sudeste e centro-oeste; na Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual, em regiões de ecótono com a Floresta Estacional Decidual e florestas de galeria do Cerrado. Ocorre em locais ensolarados ou sombreados; em florestas úmidas, próximo a cursos d'água ou locais com afloramentos rochosos; em altitudes que variam de 390 a 1000 m; sendo uma espécie de grande valor ecológico por sua alta abundância, porte e grande produção de frutos comestíveis para a fauna (CARAUTA; DIAZ, 2002; BERG & VILLA

VICENCIO, 2004; ROMANIUC-NETO et al., 1992; PEDERNEIRAS et al. 2017). A caracterização anatômica é ferramenta importante por fornecer subsídios para a taxonomia do gênero *Ficus* e para a compreensão de mecanismos adaptativos das espécies. Deste modo, a caracterização anatômica de mudas jovens de *F. adhatodifolia* poderá fornecer informações úteis para elucidar questões taxonômicas e para melhor compreender estratégias adaptativas que melhoram a sobrevivência de mudas de espécies nativas em plantios visando a restauração ecológica. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização anatômica de órgãos vegetativos de mudas jovens de *F. adhatodifolia*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

***Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng.**

F. adhatodifolia é uma árvore que atinge até 25 metros de altura, nativa do Bioma Floresta Atlântica, com distribuição nas regiões sul, sudeste e centro-oeste; na Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual, em regiões de ecótono com a Floresta Estacional Decidual e florestas de galeria do Cerrado. Ocorre em locais ensolarados ou sombreados; em florestas úmidas, próximo a cursos d'água ou locais com afloramentos rochosos; em altitudes que variam de 390 a 1000 m; sendo uma espécie de grande valor ecológico por sua alta abundância, porte e grande produção de frutos comestíveis para a fauna (CARAUTA; DIAZ, 2002; BERG & VILLA VICENCIO, 2004; ROMANIUC-NETO et al., 1992; PEDERNEIRAS et al. 2017).

São praticamente ausentes informações na literatura sobre a anatomia da espécie. Pereira (2014), estudando a casca da espécie, concluiu que é composta pelo floema

secundário e pela periderme, além de compreender tecidos corticais primários remanescentes com laticíferos não-articulados e ramificados.

Ainda Segundo este autor, a origem e o desenvolvimento das cascas de *F. adhatodifolia* é semelhante ao padrão observado na maioria das Angiospermas (FAHN, 1982), porém, algumas diferenças foram observadas entre a casca do caule e a casca da raiz. A instalação do câmbio vascular em *F. adhatodifolia* ocorreu de maneira semelhante, tanto na raiz como no caule, entre xilema e floema primários, resultando na produção de xilema e floema secundários. Por outro lado, quanto ao felogênio, sua origem no caule de *F. adhatodifolia* ocorreu na primeira camada subepidérmica, ou seja, na primeira camada de colênquima. Na raiz, o felogênio se originou a partir do periciclo. A origem do felogênio a partir de camadas subepidérmicas em caules é bastante comum, podendo também se originar a partir da própria epiderme ou de camadas mais internas do córtex. Nas raízes, a origem do felogênio é mais variada, e este meristema lateral pode se originar a partir do periciclo ou mesmo do parênquima cortical (FAHN, 1982; EVERT, 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta e preparação do material botânico

O material botânico foi coletado a partir de mudas jovens de *F. adhatodifolia* produzidas no Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas da Universidade Estadual de Londrina (LABRE-UEL), a partir de sementes coletadas de planta matriz localizada na Mata do Bulle (Arapongas, PR) (Fig. 1).



Figura 1. *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng (Mata do Bulle, Araçongas, PR).

Cinco mudas da espécie foram levados ao Laboratório de Morfoanatomia (UEL), onde a caracterização anatômica foi realizada. As estruturas vegetativas (folhas, caules e raízes) foram separadas e imediatamente fixadas em FAA 50 (formol, ácido acético e álcool 50%;1:1:18) por 48 horas (Johansen,1940). O material fixado foi armazenado e posteriormente utilizado para a confecção de cortes transversais manuais à fresco. As plantas selecionadas para o trabalho estão documentadas na Fig. 2.



Figura 2. Indivíduos de *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng pré e pós fixação em FAA50.

Para a análise anatômica, foram realizados cortes transversais e longitudinais à mão livre, utilizando lâmina de barbear, conforme metodologia usual. Os melhores cortes foram selecionados e corados com azul de toluidina, montados em lâminas de vidro com lamínula e imediatamente observados em microscópio óptico, nas objetivas de 4 X, 10 X, 20 X, e 40 X. Os registros fotográficos foram realizados por câmera de smartphone acoplada ao microscópio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Lâmina foliar

As folhas de *F. adhatodifolia* são simples, elípticas, oblongas ou ovadas, glabras ou glabrescentes (CARAUTA; DIAZ, 2002). No limbo foliar, o tecido de revestimento é constituído de epiderme unisseriada ou bisseriada em alguns pontos, impregnada de abundante cutícula (Fig. 3A). Abaixo da epiderme da face adaxial,

observa-se camada de parênquima paliçádico (Pp) seguido por parênquima esponjoso (Pe) (Fig. 3B e C). Em secções transversais é possível perceber que a face abaxial do limbo foliar possui uma riqueza de elementos anatômicos, como estômatos, cystólitos e tricomas glandulares. Estes ocorrem desde a face abaxial da epiderme, estendendo-se até o parênquima esponjoso. Estratégias de defesa são diferentes para folhas e demais órgãos (VILLARD, 2019). Os litocistos encontrados nas folhas de *F. adhatodifolia* produzem um corpo calcificado chamado de cystólito. Geralmente, são compostos de carbonato de cálcio conectado a uma haste silicificada, podendo ser abrasivos para os aparelhos bucais de insetos. (EVERT, 2007; VILLARD, 2019). Também foram encontrados tricomas glandulares capitados que podem estar relacionados à produção de compostos químicos que inibem a alimentação de herbívoros (VILLARD, 2019; MAMOUCHA et al. 2016).

Foi possível, ainda, observar na lâmina foliar, feixes vasculares das nervuras secundárias (Fig. 3D), compostos por xilema, floema e fibras, respectivamente, da face adaxial para a abaxial, bem desenvolvidos e com células lignificadas. As nervuras secundárias contêm uma grande quantidade de fibras esclerenquimáticas cercando o feixe vascular em um formato de foice (Fig. 3D).

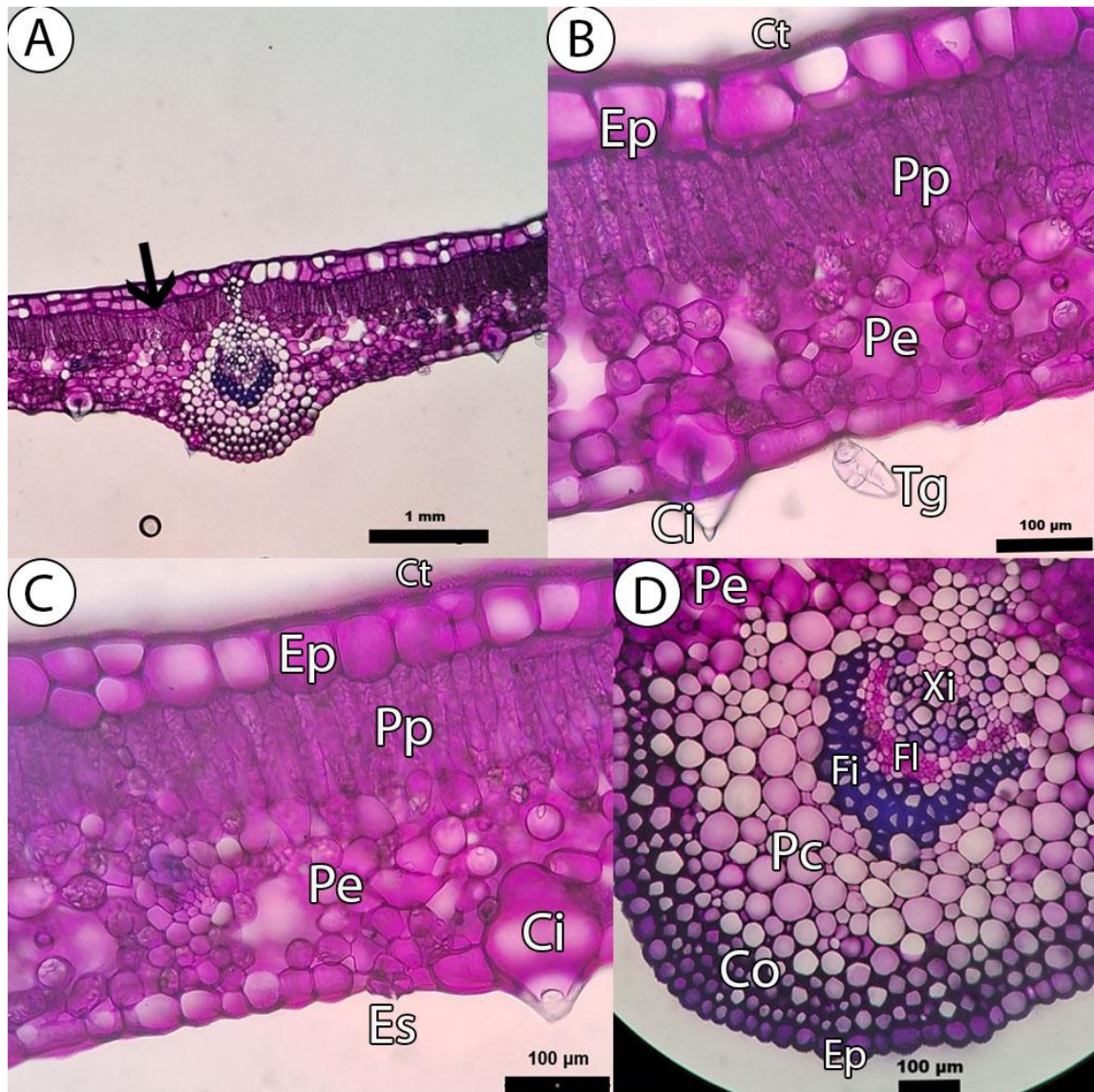


Figura 3. Secções transversais de lâmina foliar de *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng em microscopia de luz. (A) Visão geral com seta detalhando um laticífero. (B) Detalhe de porção do limbo evidenciando estruturas epidérmicas da fase adaxial e abaxial. (C) Detalhe do limbo foliar evidenciando estômato. (D) Nervura secundária evidenciando o feixe vascular e colênquima. Ci: Cistólito, Co: Colênquima, Ct: Cutícula, Ep: Epiderme, Es: Estômato, Fi: Fibras extraxilemáticas, Fl: Floema, Pe: Parênquima Esponjoso, Pp: Parênquima Paliçádico, Seta: Laticífero, Tg: Tricoma Glandular, Xi: Xilema. Escala nas imagens.

4.2 Nervura mediana

Anatomicamente, a nervura mediana de folhas de *F. adhatodifolia*, na face abaxial, organiza-se apresentando epiderme unisseriada bem desenvolvida, revestida por cutícula espessa; seguida por colênquima, parênquima cortical, fibras perivasculares, floema e xilema primários e parênquima medular com presença de elementos do floema de forma mais central. A estrutura básica dos feixes vasculares é organizada com brechas lateralizadas na face adaxial. Ainda nessa face, ocorre também parênquima paliçádico e epiderme uni a multisseriada com paredes epidérmicas externas espessas (Fig. 4B, C e D).

Nervuras foliares apresentam, além de uma função de distribuição, um papel de sustentação da lâmina foliar. Tecidos que refletem essa função são observadas nos cortes, como o colênquima e fibras perivasculares, conferindo resistência e flexibilidade (EVERT, 2007). A presença de cordões de floema medular pode ser observada em outras espécies do gênero, como *F. cyclopylla* e *F. organensis* (SOUZA, 2014). Segundo Roth (1984), a epiderme multisseriada e as paredes celulares epidérmicas externas espessas na epiderme adaxial são características de folhas de sol ou adaptações xeromórficas a situações expostas com forte insolação.

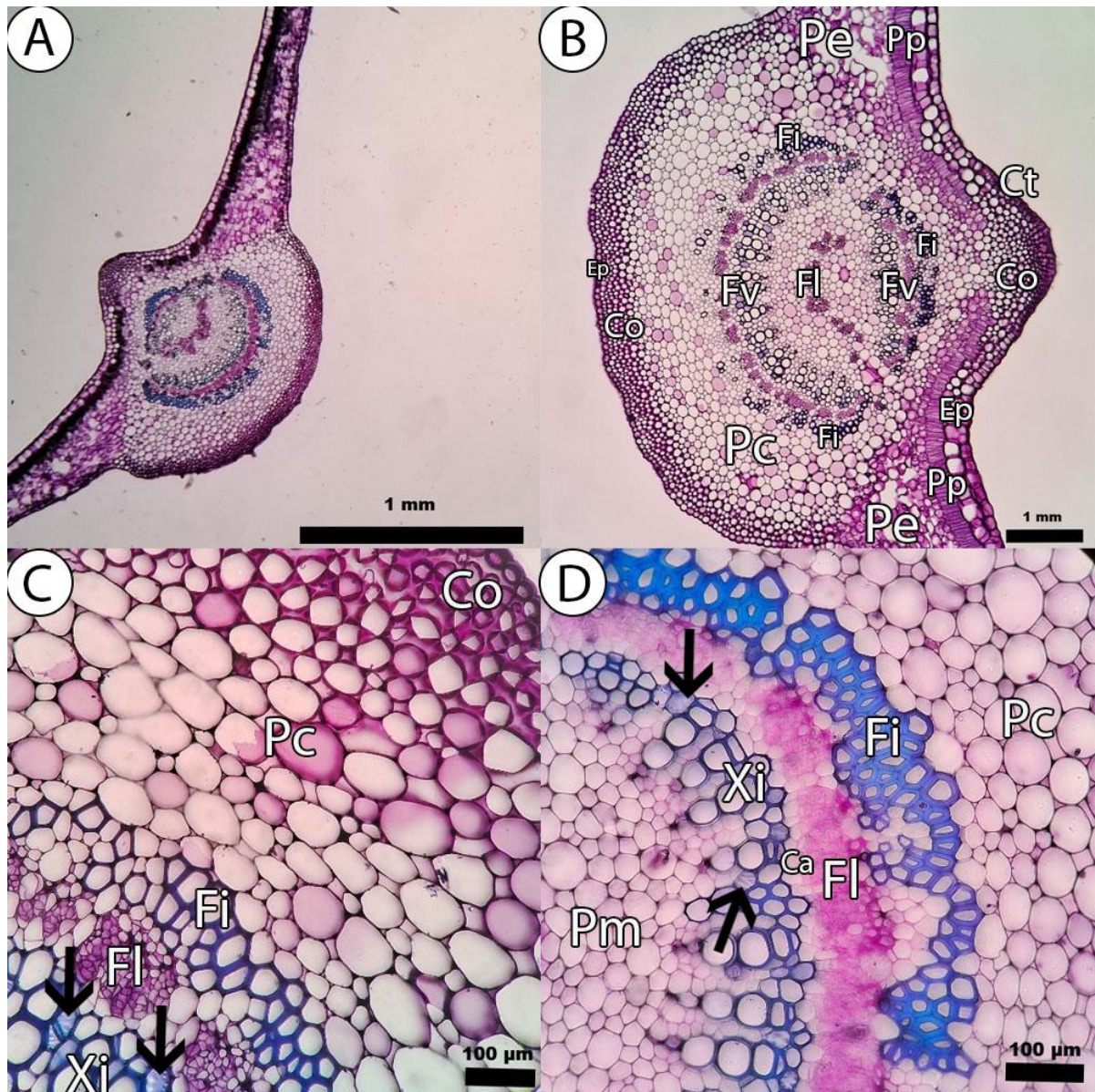


Figura 4. Secções transversais de Nervura Mediana de *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng em microscopia de luz. (A) Visão geral. (B) Detalhe da nervura mediana. (C) Detalhe da fase abaxial da nervura mediana com colênquima angular. (D) Detalhe dos feixes vasculares. Ca: Câmbio vascular, Co: Colênquima, Ct: Cutícula, Ep: Epiderme, Fi: Fibras extraxilemáticas, Fl: Floema, Fv: Feixe Vascular, Pc: Parênquima Cortical, Pe: Parênquima esponjoso, Pm: Parênquima Medular, Pp: Parênquima Paliçádico, Seta: Parênquima axial, Xi: Xilema. Escala nas imagens.

4.3 Pecíolo

O pecíolo de *F. adhatodifolia* apresenta um sulco na face adaxial (Fig. 5A), também observado em outras espécies do gênero (CARVAJAL, 2023; SOUZA, 2014). A epiderme é unisseriada, com células pequenas, recoberta por uma cutícula espessa, presente em diversas espécies do gênero *Ficus*, como *F. insipida* (CARVAJAL, 2005). Abaixo da epiderme, ocorre colênquima, seguido de parênquima cortical, fibras perivasculares, floema e xilema primários e parênquima medular com cordões de floema. A classificação taxonômica baseada no número de cordões de floema na medula é útil, mas pode causar confusão devido à idade da folha (COELHO, 2013; EVERT, 2007; SOUZA, 2014). *F. adhatodifolia* já foi considerada sinônimo de *F. insipida* por Mendonça-Souza (2006), mas pode ser diferenciada desta espécie pela ausência de monocristais, sistema vascular e número dos cordões de floema no pecíolo (COELHO, 2013).

Nos pecíolos de *F. adhatodifolia*, foi possível observar três Feixes Vasculares (Fv) distintos (Fig. 5B) e camadas de colênquima (Fig. 5A e B), tecido não lignificado, mas com deposições adicionais de celulose, conferindo resistência e flexibilidade (EVERT, 2013); além de expressiva quantidade de drusas, principalmente, circundando os feixes vasculares, mas também distribuídas no parênquima cortical e parênquima medular (Fig. 5C). O feixe vascular individual apresenta o câmbio vascular visível com elementos de vaso e cordões de floema delimitados por células parênquimáticas (Fig. 5D).

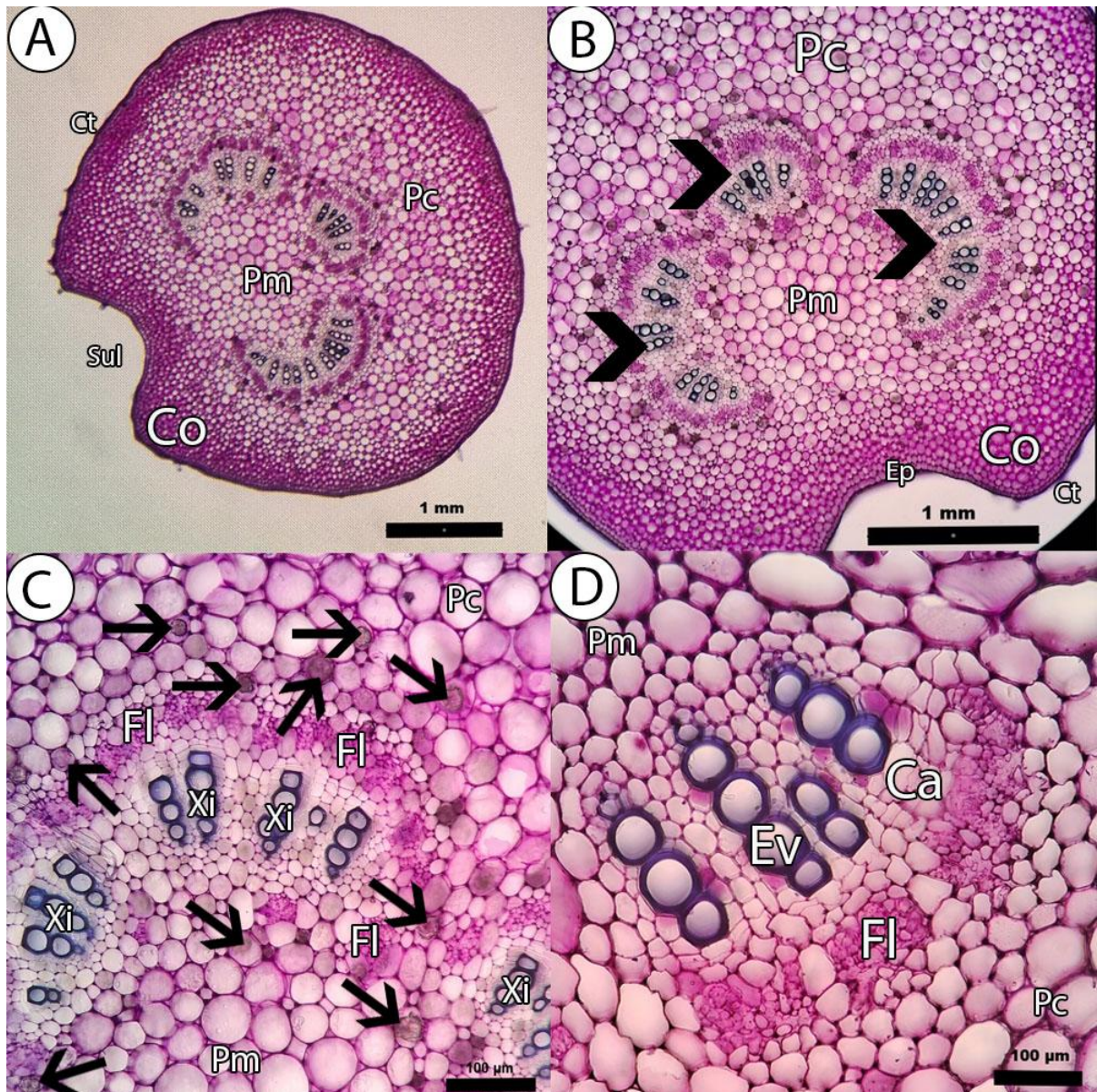


Figura 5. Secções transversais de Pecíolo de *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng em microscopia de luz. (A) Visão geral evidenciando sulco na face adaxial e colênquima marginal abundante. (B) Porção medular destacando os tecidos vasculares em três feixes distintos, parênquima cortical e medular. (C) Detalhe dos feixes vasculares circundados por drusas no parênquima cortical e medular. Cabeça de seta: Feixes vasculares. Ca: Câmbio Vascular, Co: Colênquima, Ev: Elemento de Vaso, Fl: Floema, Pc: Parênquima Cortical, Seta: Drusas, Sul: Sulco, Xi: Xilema. Escala nas imagens.

4.4 Ápice do caule em crescimento primário

De acordo com Pereira (2014), o meristema apical caulinar de *F. adhatodifolia* é recoberto por tricomas. Neste trabalho, notou-se a presença de muitos tricomas

glandulares na epiderme (Fig. 6A), que são perdidos em porções um pouco mais velhas do ápice do caule, onde a epiderme é substituída pelo súber (Fig. 6B). Além das folhas e pecíolos, as porções mais jovens do caule da planta também apresentam colênquima (EVERT, 2007). Foi possível observar no ápice caulinar de *F. adhatodifolia* camadas de colênquima abaixo da epiderme, seguido de parênquima cortical, fibras perivasculares, floema e xilema primários e parênquima medular. Segundo Pereira (2014) ocorre acúmulo de grãos de amido nas células parênquimáticas do córtex de *F. adhatodifolia*. Neste trabalho, também foi detectado grãos de amido no parênquima medular (Fig. 6C). O feixe vascular do ápice do caule apresentou drusas nos tecidos do floema, podendo também ser evidenciado atividade do câmbio vascular (Fig. 6D).

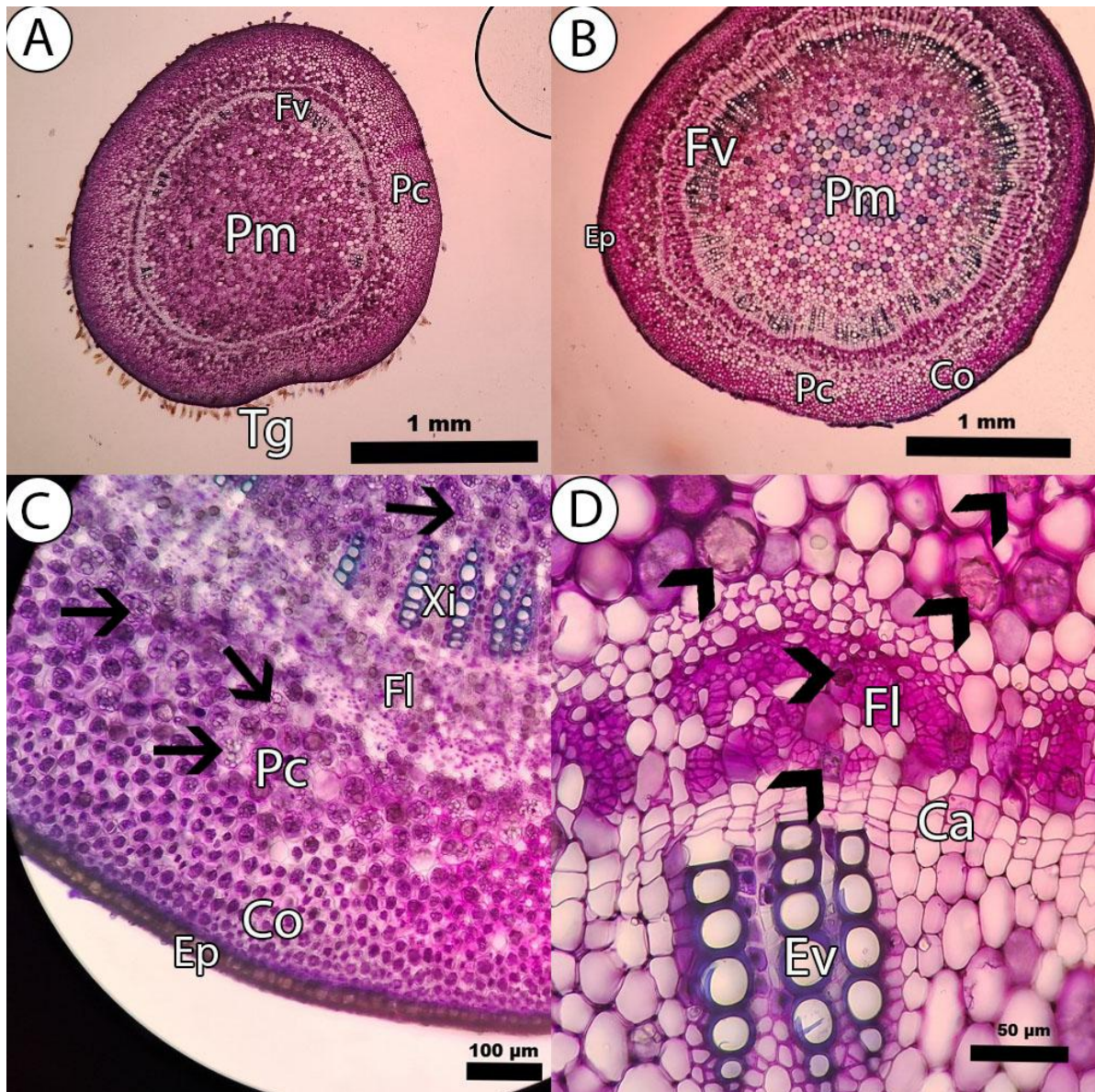


Figura 6. Secções transversais do ápice do caule abaixo do meristema apical de *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng em microscopia de luz. (A) visão geral de caule jovem com abundância de tricomas glandulares. (B) Caule jovem pouco mais velho, com epiderme glabra e maior abundancia de feixes vasculares. (C) Ápice do caule em crescimento com destaque da Epiderme suberizada, Colênquima e Parênquima Cortical . (D) Detalhe do Câmbio vascular, feixes vasculares e idioblastos. Cabeça de seta: Idioblastos, Ca: Câmbio, Co: Colênquima, Ev: Elemento de Vaso, Fl: Floema, Pc: Parênquima Cortical, Pm: Parênquima Medular, Seta: Grãos de Amido, Tg: Tricoma Glandular. Escala nas imagens.

4.5 Base do caule em crescimento secundário

A base do caule em crescimento secundário é revestida por súber (Fig. 7A), seguido de parênquima cortical (Fig. 7A, C e D). O cilindro vascular é composto por fibras perivasculares, seguido de floema e xilema secundários bem desenvolvidos e envolvendo o parênquima medular (Fig. 7B). As fibras também ocorrem no floema, em grupos ou espalhadas. Houve grande abundância de grãos de amido no parênquima cortical e xilemático (Fig. 8D). A região cortical formada por parênquima é persistente no caule em crescimento secundário (Fig. 7C), onde ocorrem acúmulos de monocristais, drusas e formação de laticíferos (PEREIRA, 2014).

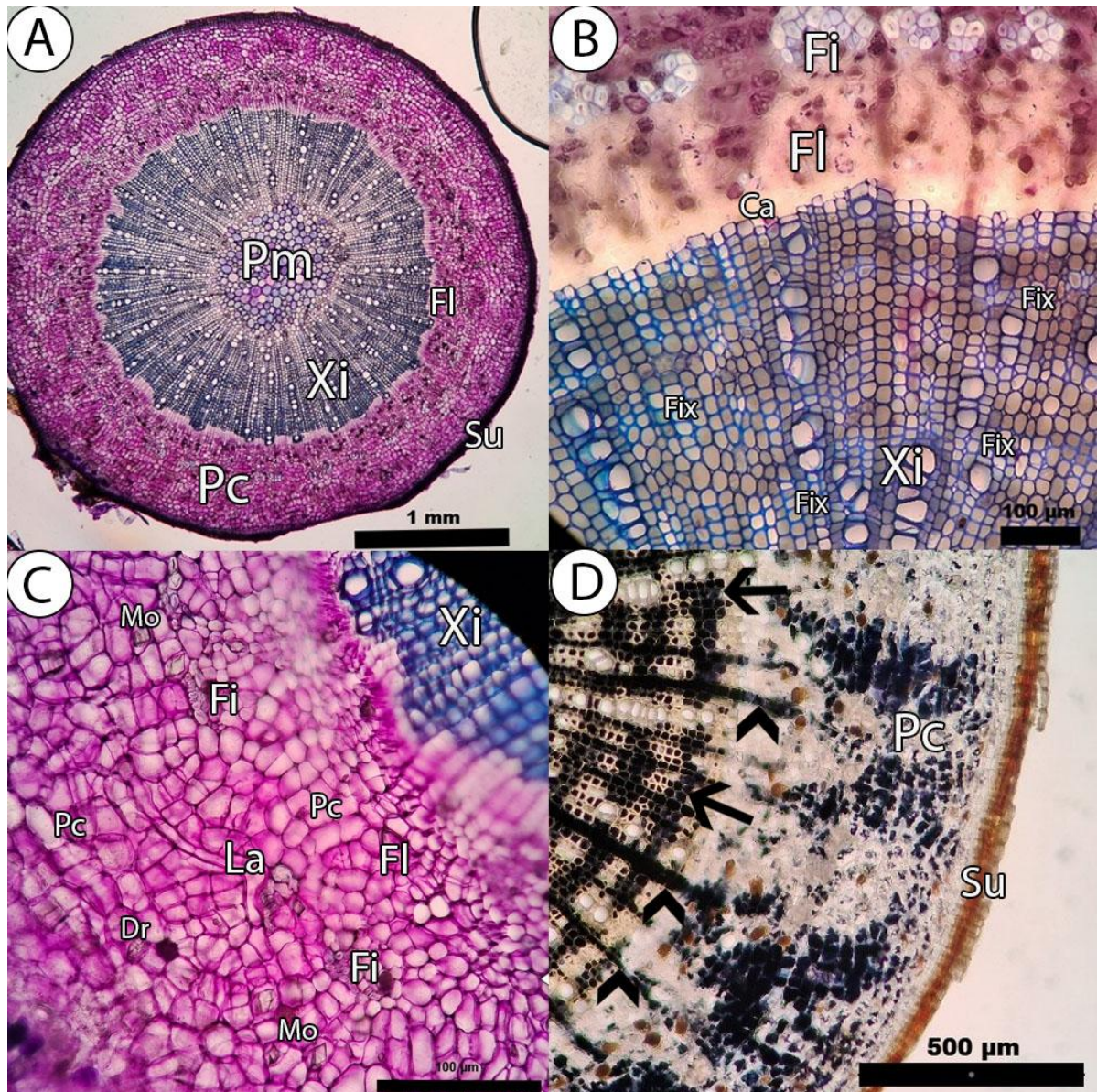


Figura 7. Secções transversais da base do caule próximo à raiz de *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng em microscopia de luz. (A) Visão geral. (B) Detalhe das fibras extraxilemáticas de paredes espessadas circundando o feixe vascular. (C) Porção do parênquima cortical do caule, evidenciando laticíferos, monocristais e drusas. (D) Secção marginal do caule corado com lugol para destacar a presença de amido nos parênquimas radiais e axiais. Cabeça de seta: Parênquima Radial, Ca: Câmbio, Dr: drusas, Fe: Felogênio, Fi: Fibras extraxilemáticas, Fix: Fibras xilemáticas FI: Floema, La: Laticífero, Mo: Monocristais, Pc: Parênquima cortical, Pm: Parênquima medular, Seta: Parênquima axial, Su: Súber, Xi: Xilema. Escala nas imagens.

4.6 Base da raiz primária em crescimento secundário

A raiz primária em crescimento secundário de *F. adhatodifolia* apresenta súber desenvolvido com a presença de felogênio (Fig. 8D), mas com feloderme ausente (PEREIRA, 2014); seguido de parênquima cortical com acúmulos de metabólitos secundários, fibras perivasculares e floema e xilema secundários bem desenvolvidos. Foi detectado grande acúmulo de grãos de amido nos parênquimas cortical e xilemático. Na figura 8B é visível o brotamento de raízes secundárias, no sentido radial e opostas uma à outra partindo do parênquima medular. No xilema, fibras também são presentes, dando sustentação ao tecido (Fig. 8B e C).

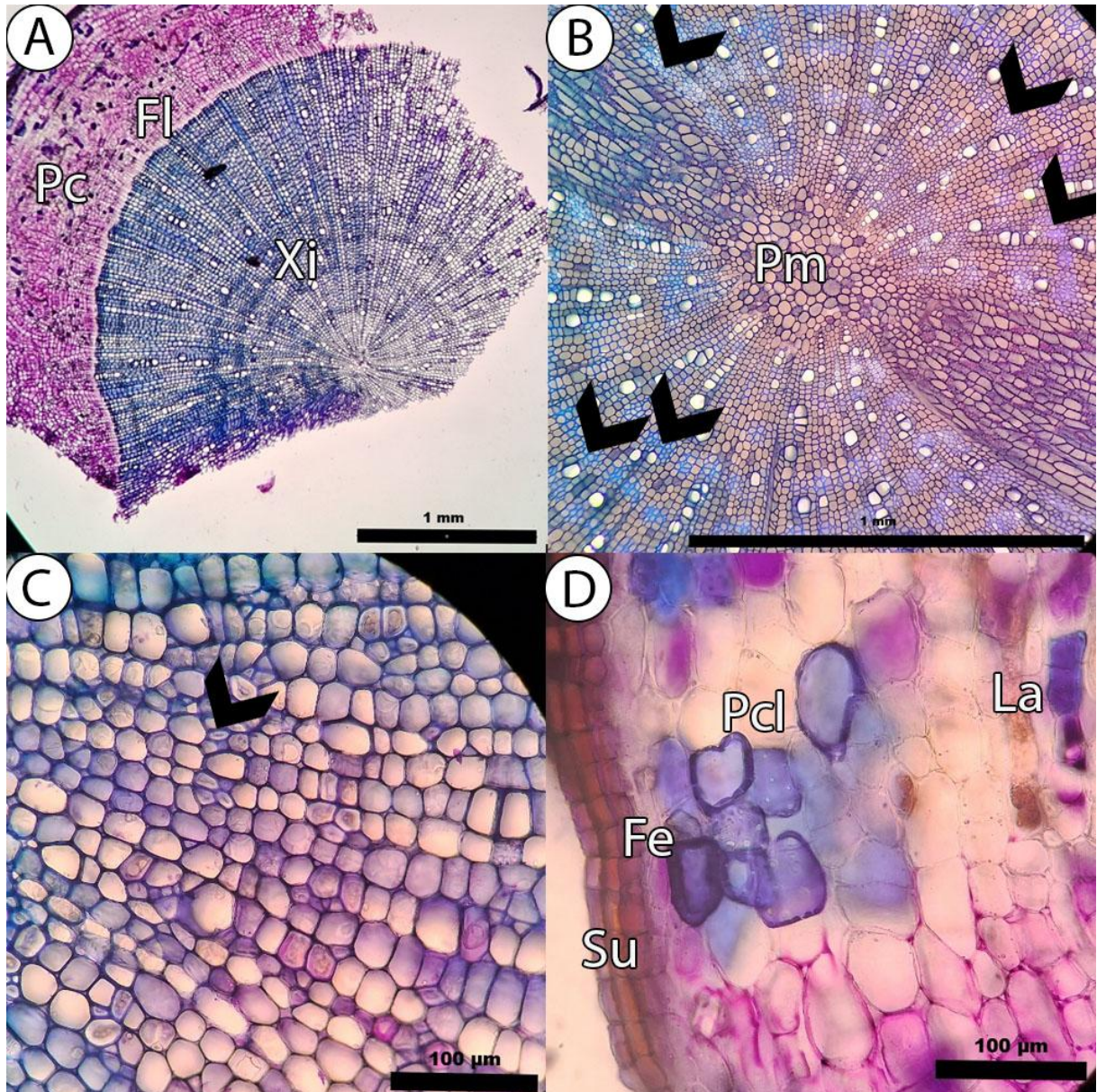


Figura 8. Secções transversais de raiz próxima ao caule de *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng em microscopia de luz. (A) Visão geral da raiz próxima ao caule (B). Porção medular do xilema secundário da raiz. É possível observar o brotamento de raízes laterais opostas no sentido radial. As cabeças de seta indicam Fibras xilemáticas. (C) Detalhe do xilema da raiz com fibras xilemáticas. (D) Detalhe da casca da raiz com súber, felogênio, parênquima cortical lignificado e laticífero. Cabeça de seta: Fibras xilemáticas, Fl: Floema, La: Laticífero, Pc: Parênquima Cortical, Pcl: Parênquima Cortical Lignificado, Pm: Parênquima Medular, Su: Súber, Xi: Xilema. Escala nas imagens.

4.7 Raiz secundária em crescimento secundário

A raiz secundária em crescimento secundário apresentou periderme bem desenvolvida com várias camadas de súber e felogênio (Fig. 9A), seguido de parênquima cortical, fibras perivasculares e floema e xilema secundários. Foi possível observar células do parênquima cortical lignificadas, que também aparecem na base da raiz próxima ao caule. Foram detectadas, ainda, fibras dispersas no floema secundário, semelhante ao encontrado por Pereira, (2014). Essas fibras tem as paredes celulares muito espessadas, a ponto de colapsar o lúmen da célula. A região cortical das raízes também apresentou monocristais, drusas e laticíferos (PEREIRA, 2014). A presença dessas estruturas nas raízes secundárias promove resistência mecânica e à predação. Apesar da importância ecológica e medicinal de *F. adhatodifolia*, pouco se sabe sobre o desenvolvimento e estrutura das cascas do caule e da raiz desta espécie (PEREIRA, 2014).

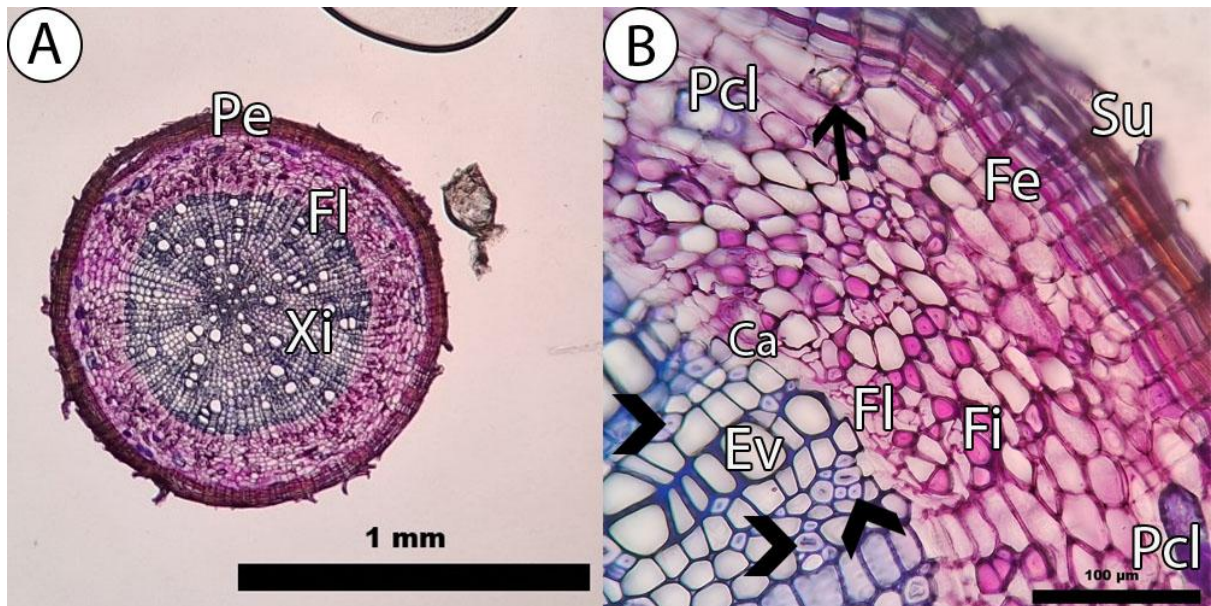


Figura 9. Secções transversais de raiz secundária sob microscopia de luz de *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng em microscopia de luz. (A) Visão geral dos feixes vasculares e periderme. (B) Detalhe do desenvolvimento da periderme, fibras e feixes vasculares. Cabeça de seta: Fibras xilemáticas, Ca: Câmbio, Ev: Elemento de Vaso, Fe: Felogênio, Fi: Fibras extraxilemáticas, Fl: Floema, Pcl: Parênquima cortical lignificado, Seta: Idioblasto Súber. Escala nas imagens

5. CONCLUSÕES

A anatomia da *F. adhatodifolia* é um exemplo das adaptações evolutivas das plantas tropicais. Possui uma grande variedade de tecidos de resistência, como cutícula espessa, ampla distribuição de colênquima nas folhas, pecíolos e tecidos jovens, fibras, suberização e parênquima radial e axial densamente carregados de amido. Com essas características, é possível inferir que esses tecidos são responsáveis por funções fisiológicas importantes a serem elucidadas, como resistência à seca e patógenos.

Os resultados deste estudo representam um recorte de um potencial científico maior a ser explorado. Seria fundamental, por exemplo, comparar a anatomia de *F. adhatodifolia* com outras espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual utilizadas na restauração ecológica, já que estudos que investiguem a relação entre

a variabilidade anatômica e a sobrevivência das mudas em campo poderiam aprimorar as estratégias de restauração, integrando conhecimentos de anatomia vegetal às demandas ecológicas.

REFERÊNCIAS

BERG, C. C. VILLAVICENCIO, X.; Taxonomic Studies on *Ficus* (Moraceae) in the West Indies, Extra-Amazonian Brazil, and Bolivia. Universitetet i Bergen. Institutt for biologi, 2004.

CARAUTA, J. P. P.; DIAZ, B. E. Figueiras no Brasil. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2002.

CARVAJAL, S.; SHABES, L. K. Estructura anatómica de los pecíolos de especies americanas del género *Ficus* L. (Moraceae). Instituto de Botánica, Departamento de botánica y zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México, 2023.

COELHO, V. P. M. Anatomia foliar, prospecção fitoquímica e da atividade antioxidante de estratos de *Ficus* subgênero *Pharmacosycea* (Miq.) Miq. (Moraceae), 2013.

CRONQUIST, A. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York, 1981.

EVERT, R. F. Anatomia das plantas de Esau: meristemas, células e tecidos do corpo da planta: sua estrutura, função e desenvolvimento. Ray F. Evert: coordenação e tradução de Carmen Regina Marcati. – São Paulo: Blucher, 2013.

EVERT, R. F. Esau's Plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development. 3. ed. Ray F. Evert. Hoboken: Wiley, 2007.

FAHN, A. *Plant anatomy*. 3. ed. Oxford: Pergamon, 1982.

JACOMASSI, E.; MOSCHETA, I. S.; MACHADO, S. R. Morfoanatomia e histoquímica de órgãos reprodutivos de *Brosimum gaudichaudii* (Moraceae). Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 115-129, jan.-mar. 2010.

JOHANSEN, D. A. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Company Inc., London, 523p., 1940.

JUDD, W. S. et al. Sistemática Vegetal: Um enfoque filogenético. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

MAMOUCHA, S. et al. Trichome-specific defense metabolites in *Ficus* species. Phytochemistry, v. 122, p. 1-10, 2016.

MENDONÇA-SOUZA, M. A. Revisão taxonômica de *Ficus* sect. *Pharmacosycea* (Moraceae) no Brasil. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, 2006.

PEDERNEIRAS, L. C.; COELHO, V. P. M.; ROMANIUC NETO, S. *Ficus* (Moraceae) subg. *Pharmacosycea* sect. *Pharmacosycea* from Brazil. Rodriguésia, [S.l.], v. 68, n. 2, p. 1-10, 2017.

PEREIRA, L. J. Caracterização anatômica e fitoquímica da casca de *Ficus adhatodifolia* Schott ex Spreng (Moraceae). Viçosa, MG, 2014.

ROMANIUC-NETO, S. & WANDERLEY, M. G. L. Flora fanerogâmica da reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil): 19 – Moraceae. Hoehnea 19:165-169. 1992.

ROTH, I. Stratification of tropical forests as seen in leaf structure . Junk Publ., The Hague, Boston Lancaster. 1984.

SOUZA, P. P. Morfoanatomia foliar de *Ficus* subgênero *Urostigma* (Gasp.) Miq. e estudo etnobotânico de *Ficus* L. (Moraceae). Viçosa, MG. 2014.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005.

VILLARD, C. et al. Defence mechanisms of Ficus: pyramiding strategies to cope with pests and pathogens. *Planta*, Berlin/Heidelberg, v. 250, n.5, p. 1387-1407, mar. 2019.