



RODRIGO MENDES DE ALMEIDA

**ANATOMIA DA CASCA DE *Vismia guianensis* (AUBL.)
CHOISY (HYPERICACEAE)**

LAVRAS – MG

2023

RODRIGO MENDES DE ALMEIDA

ANATOMIA DA CASCA DE *Vismia guianensis* (AUBL.) CHOISY (HYPERICACEAE)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia
Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Fábio Akira Mori

Orientador

Dra. Elesandra da Silva Araujo

Coorientadora

LAVRAS – MG

2023

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

Almeida, Rodrigo Mendes de.

Anatomia da casca de *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy
(Hypericaceae) / Rodrigo Mendes de Almeida. - 2023.
20 p.

Orientador(a): Fábio Akira Mori.

Coorientador(a): Elesandra da Silva Araujo.

Monografia (graduação) - Universidade Federal de Lavras,
2023.

Bibliografia.

1. Lacre. 2. Caracterização anatômica. 3. Compostos químicos.

I. Mori, Fábio Akira. II. Araujo, Elesandra da Silva. III. Título.

RODRIGO MENDES DE ALMEIDA

ANATOMIA DA CASCA DE *Vismia guianensis* (AUBL.) CHOISY (HYPERICACEAE)

**ANATOMY OF THE BARK OF *Vismia guianensis* (AUBL.) CHOISY
(HYPERICACEAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia
Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 23 de Novembro de 2023.

Prof. Dr. Fábio Akira Mori, UFLA

Dra. Elesandra da Silva Araujo, UFLA

Dra. Uasmim Lira Zidanes, UFLA

Prof. Dr. Fábio Akira Mori

Orientador

Dra. Elesandra da Silva Araujo

Coorientadora

LAVRAS – MG

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pelo apoio e incentivo.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela oportunidade de me aprimorar tanto pessoal quanto profissionalmente.

Ao Núcleo de Estudos em Anatomia e Produtos Químicos da Madeira (NEAPQuiM) pelos ensinamentos transmitidos e pelas amizades feitas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsa de iniciação científica.

Ao Fundo Brasileiro para Biodiversidade – FUNBIO e ao Instituto da Humanidade – HUMANIZE, pelo financiamento do projeto: “Caracterização e valoração das cascas de árvores da Amazônia como fonte de compostos fenólicos e antioxidantes naturais”, chamada bolsas Funbio Conservando o Futuro, edição 02/2019.

Muito obrigado!

RESUMO

O estudo anatômico das cascas contribuem em sua valorização. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi analisar as características anatômicas da casca da espécie *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy, e verificar a presença de compostos químicos em suas células. Para isso, a casca da espécie foi coletada em um fragmento de floresta secundária no município de São João da Ponta, no nordeste do estado do Pará, Brasil. Os elementos celulares foram detalhados por meio da análise de cortes histológicos e da biometria dos elementos dissociados. As fibras da espécie apresentaram espessura média de 14,097 μm e comprimento médio de 1209,96 μm . Já os elementos de tubo apresentaram diâmetro médio de 19,006 μm e comprimento médio de 583,929 μm . Por meio do plano transversal foi possível observar a presença de células secretoras e de canais secretores contendo exsudatos. No plano radial foi observado a presença de conteúdo químico, além de inclusões minerais nas amostras. Devido à presença de conteúdo químico na casca, um estudo mais aprofundado pode ser realizado para avaliar a viabilidade da utilização da espécie para a confecção de produtos com alto valor comercial, além de incentivar possíveis estudos com outras espécies ainda não descritas como potencial para o comércio local.

Palavras-chave: Lacre. Caracterização anatômica. Cortes histológicos. Compostos químicos. Amazônia.

ABSTRACT

The anatomical study of bark contributes to its value. The aim of this research was to analyze the anatomical characteristics of the bark of the species *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy, and to verify the presence of chemical compounds in its cells. To this end, the bark of the species was collected from a fragment of secondary forest in the municipality of São João da Ponta, in the northeast of the state of Pará, Brazil. The cellular elements were detailed by analyzing histological sections and the biometry of the dissociated elements. The fibers of the species had an average thickness of 14.097 μm and an average length of 1209.96 μm . The sieve tube elements had an average diameter of 19.006 μm and an average length of 583.929 μm . The transverse plane showed the presence of secretory cells and secretory canals containing exudates. The radial plane showed the presence of chemical content and mineral inclusions in the samples. Due to the presence of chemical content in the bark, a more in-depth study could be carried out to assess the viability of using the species to make products with high commercial value, as well as encouraging possible studies with other species not yet described as potential for local trade.

Keywords: Lacre. Anatomical characterization. Histological sections. Chemical compounds. Amazonia.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1 Função e composição anatômica das cascas de árvores.....	9
2.2 Importância e estudos sobre a casca.....	10
2.3 <i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. Obtenção das cascas.....	12
3.2. Caracterização anatômica da casca.....	12
3.2.1 Confecção de lâminas histológicas.....	12
3.2.2 Preparo do macerado.....	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5 CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

O estudo da casca das árvores é uma importante ferramenta para o conhecimento das espécies. A caracterização anatômica entra nesse contexto como um auxílio para a identificação de compostos que podem estar presentes na estrutura desses indivíduos, sendo útil na busca por potenciais usos não-madeireiros e valorização das espécies arbóreas (ARAUJO et al., 2020).

O bioma amazônico, possui uma ampla diversidade de espécies arbóreas, e grande parte delas ainda não foram descritas. Ele está distribuído em diversos países da América do Sul, e no Brasil ele abrange os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins (COUTINHO, 2016). Uma das questões mais relevantes envolvendo o bioma Amazônia é a questão do desmatamento, seja ela para explorar madeira ou para a criação de gado, o que coloca em risco a existência de diversas espécies de árvores e animais (EMBRAPA, 2017). Nesse contexto, surge a necessidade de estudar cada vez mais as espécies que ali estão presentes, não só por sua diferenciação, mas também para a sua conservação, visto que a indicação da presença de produtos químicos abre uma gama de possibilidades para o seu potencial uso.

As cascas apresentam um grande potencial como matéria-prima para produtos com alto valor comercial, podendo ser obtidos compostos celulósicos e polifenólicos (AJAO et al., 2021). Um dos compostos fenólicos que pode ser encontrado na casca são os taninos, que possuem diversos usos, entre eles a manufatura do couro, fabricação de adesivos e até mesmo na indústria farmacêutica (DA SILVA ARAUJO et al., 2021; PIZZI, 2021; ZIDANES et al., 2021). Os extrativos, polissacarídeos, lignina e compostos inorgânicos também têm sido relatados como potenciais produtos químicos das cascas (MOTA et al., 2021; SOUSA et al., 2021, 2022).

Sendo assim, as cascas da espécie *Vismia guianenses* (Aubl.) Choisy (Lacre), da família Hypericaceae, que ocorre na região amazônica foi descrita. O objetivo principal do estudo foi utilizar a caracterização anatômica como forma preliminar para encontrar compostos químicos em sua estrutura, que podem contribuir na sua valorização, expandindo as possibilidades de uso de sua casca.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Função e composição anatômica das cascas de árvores

A casca é o termo que se refere aos tecidos que são externos ao câmbio vascular da planta, podendo ela ser árvore, arbusto ou liana (ANGYALOSSY et al., 2016). Nas espécies florestais apresentam diversas funções, entre elas o armazenamento de água, transporte de fotoassimilados, proteção contra ataques de patógenos e dano proveniente de organismos herbívoros, entre outros (ROSELL et al., 2014). Outra função que a casca pode apresentar é a resistência ao fogo, e o estudo de suas características anatômicas, químicas e histoquímicas podem indicar o mecanismo de uma espécie ser ou não resistente a esse tipo de estresse (MATOS, 2013).

A parte interna da casca é composta pelo floema, tecido responsável pelo transporte de substâncias dentro do vegetal, é subdividido em floema condutor e floema não condutor. O floema condutor se encontra mais próximo ao câmbio vascular e é a parte funcional do floema. Já o floema não condutor é aquele que perdeu sua capacidade de transporte, que pode ser devido a diversas razões, como por exemplo a esclerificação, acúmulo de metabólitos secundários, entre outros (ANGYALOSSY et al., 2016).

Já a periderme compõe a casca externa, que substitui a epiderme nos caules e nas raízes, atuando como um tecido de proteção, e é composto por felema, felogênio e feloderme (ANGYALOSSY et al., 2016). Ainda segundo os autores, o felogênio é um meristema lateral que produz o felema e a feloderme através de divisões celulares periclinais. O felema, também conhecido como súber, possui um arranjo de células compacto, e é caracterizado por transformar as paredes em cortiça, através da morte do protoplasma quando a planta atinge a maturidade (APEZZATO-DA-GLÓRIA; CARMELLO-GUERREIRO, 2006). De acordo com a mesma fonte, a feloderme é composta por células parenquimáticas ativas, e por isso se assemelham muito a esse tipo de célula. Por ser uma estrutura mais ativa, pode contribuir na fotossíntese, produção de compostos e formação de estruturas na planta. Segundo as autoras, o sucessivo desenvolvimento da periderme pelo felogênio acarreta na produção do ritidoma, um tecido que engloba estruturas mortas e externas à última periderme formada.

2.2 Importância e estudos sobre a casca

O estudo da casca é uma ferramenta importante para diversos aspectos de uma planta, podendo auxiliar na diferenciação entre espécies e no entendimento dos mecanismos de defesa. Na espécie *Picea abis* (Pinaceae), através da caracterização anatômica foi possível identificar em diferentes clones, qual deles tinha maior suscetibilidade a *Ceratocystis polonica* (fungo causador da mancha azul); a grande diferença entre o indivíduo susceptível e o indivíduo não susceptível foi nas células de parênquima polifenólico, sendo que o indivíduo mais resistente possuía mais células desse tipo (FRANCESCHI et al., 1998).

A descrição anatômica aliada com estudos químicos, é útil na busca para potenciais usos não-madeireiros e valorização das espécies arbóreas (ARAUJO et al., 2020). Estudos recentes apontam através da descrição anatômica e química das cascas o seu potencial para ser matéria-prima para obtenção de produtos de alto valor (MOTA et al., 2021). Neste aspecto, diversas espécies florestais foram descritas e relatadas como fontes promissoras de taninos (*Myrcia eximua* e *Stryphnodendron rotundifolium*), de extrativos, polissacarídeos e lignina (*Astronium lecointei*) e minerais de cálcio (*Myracrodruon urundeva*) (DA SILVA ARAUJO et al., 2021; MOTA et al., 2021; SOUSA et al., 2021, 2022).

2.3 *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy

A espécie *Vismia guianensis*, conhecida popularmente por “Lacre”, é nativa do Brasil, porém não endêmica, pertence à família Hypericaceae, e pode ser encontrada no Brasil em todas as regiões, exceto pela região Sul, nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (VOGEL et al., 2020). A árvore pode alcançar de três a sete metros de altura, apresentando um crescimento rápido e boa adaptação a solos com déficit nutricional (SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA - SIBBR, 2020). Ainda segundo o SIBBR, é uma espécie com muitas variações em sua morfologia, mas pode ser facilmente diferenciada das outras espécies do mesmo gênero pela ausência de glândulas em suas pétalas, o que é pouco comum.

Figura 1 – Aspecto do caule de *Vismia guianensis*.



Fonte: Araujo, E.S. (2023).

A casca de *Vismia guianensis* foi descrita recentemente, em que foi relatado o potencial das cascas da espécie como fonte de minerais de cálcio e de polifenóis com propriedades antioxidantes (ARAÚJO, 2023). O óleo essencial das folhas dessa espécie apresenta propriedades antimicrobianas, como por exemplo contra o fungo *Candida parapsilosis* (BARBOSA et al., 2021), contra bactérias gram positivas como as da espécie *Staphylococcus* (SILVESTRE et al., 2012) e também contra o fungo *Sporothrix schenckii*, juntamente com um efeito anti-inflamatório que atuam sinergicamente diminuindo os efeitos deletérios da infecção fúngica com um alívio mais rápido (OLIVEIRA et al., 2017).

O estudo da espécie *Hypericum roeperianum*, também pertencente à família Hypericaceae, apontou que elementos botânicos e químicos da casca apresentam uma alta atividade antibacteriana (DEMGNE et al., 2021). O extrato da casca do caule da espécie *Harungana madagascariensis*, também da família Hypericaceae, apresentou alta atividade

antimalárica e anti-tricomonas (IWALEWA et al., 2008), evidenciando ainda mais a importância da família para a indústria farmacêutica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Obtenção das cascas

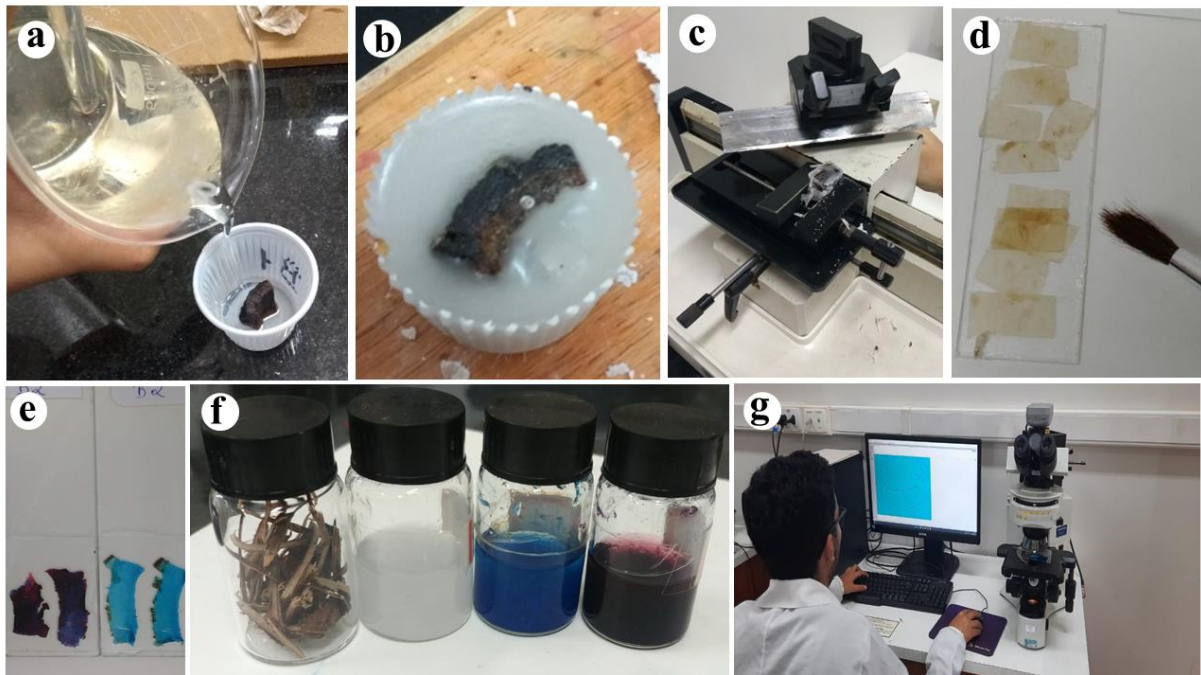
A casca do caule de *Vismia guianensis*, foi coletada em um fragmento de floresta secundária localizada no município de São João da Ponta no nordeste do estado do Pará, Brasil. As cascas foram retiradas do tronco de cinco árvores com a altura média total de $7,8 \pm 0,84$ m e $7,2 \pm 1,43$ cm de diâmetro médio. A identificação da espécie ocorreu no Herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará, Brasil por meio da comparação de materiais botânicos.

3.2. Caracterização anatômica da casca

3.2.1 Confecção de lâminas histológicas

Para a caracterização anatômica, foram produzidas lâminas usando cortes transversais e longitudinais da casca. As amostras foram impregnadas com polietilenoglicol (PEG) 1500 (QUILHÓ; PEREIRA; RICHTER, 2000) (Fig. 2a,b) para obtenção de cortes de 16 μ m de espessura, com o auxílio de um micrótomo de deslize Leica SM 2000 (Fig. 2c). Os cortes foram lavados em hipoclorito de sódio (10%) e água deionizada (Fig. 2d). Os corantes Azul de Astra (1%) e Crisoidina (1%) foram usados para a realização de uma dupla coloração para contraste, seguidos de desidratação em uma sequência crescente de etanol 20,30,50,80 e 100% e passagem em uma solução gradual de etanol e acetato de butila nas proporções 3:1, 1:1, 1:3 e 100% de acetato de butila (ARAUJO et al., 2020) (Fig. 2e). Os cortes foram finalizados em lâmina com resina Entellan (Fig. 1e). Para cada um dos indivíduos foram realizadas 30 medições do diâmetro dos elementos de tubo (visualizadas no plano transversal), e a quantificação do número de fileiras e de células dos raios (vistas no plano tangencial), com o auxílio do software WinCELL-PRO (Fig. 2g).

Figura 2 - Preparo e procedimentos para o estudo anatômico de cascas.



Legenda: (a) Impregnação da casca com PEG 1500. (b) Casca impregnada com PEG 1500. (c) Processo de obtenção dos cortes com o micrótomo Leica SM 2000. (d) Cortes histológicos. (e) Lâminas confeccionadas após a coloração e desidratação dos cortes. (f) Cascas antes do processo de maceração. (g) Medições dos elementos celulares realizadas com auxílio do software WinCELL-PRO.

Fonte: Do autor (2023).

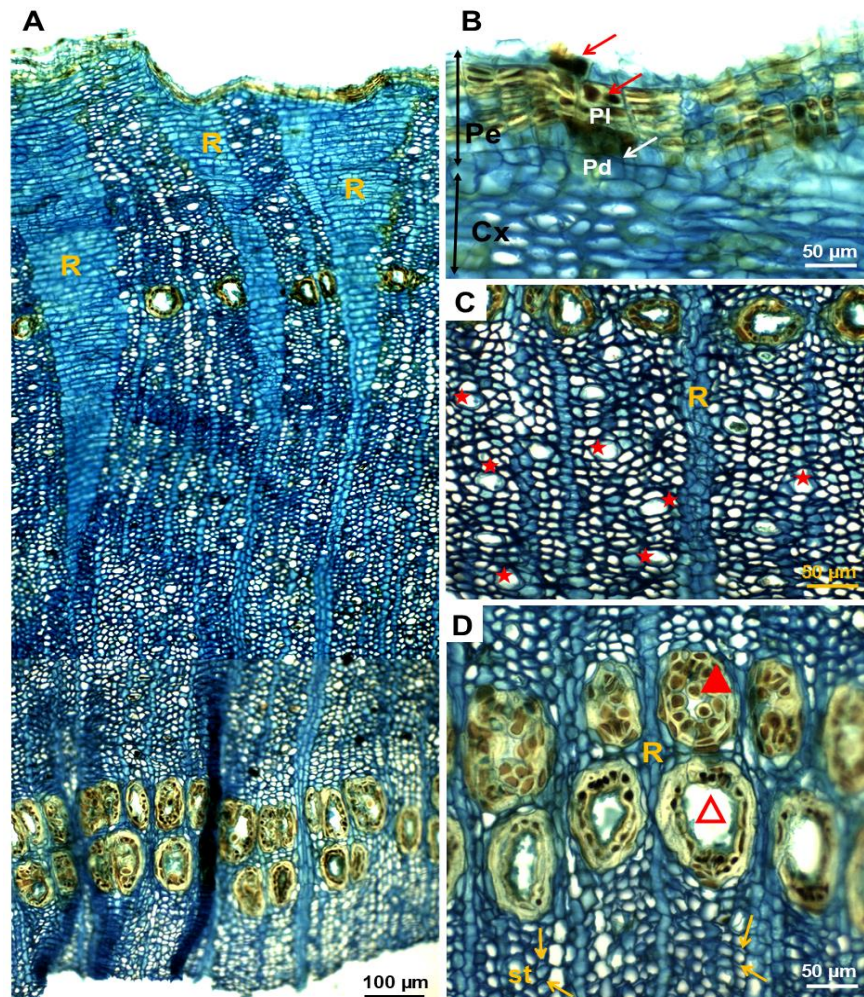
3.2.2 Preparo do macerado

Na preparação do macerado, lascas da casca foram retiradas próximas ao floema condutor e adicionadas a uma solução de ácido acético e peróxido de hidrogênio 1:1 (v/v) a 60°C por volta de 48 horas (FRANKLIN, 1945) (Fig. 2f). Após esse processo, elas foram lavadas e coradas para a medição do comprimento dos elementos de tubo e comprimento das fibras (Fig. 1f). Foram realizadas 150 medições de cada parâmetro analisado, com auxílio do software WinCELL-PRO (Fig. 2g). A partir disso foram encontrados os valores médios e do desvio padrão. As fibras de *V. guianensis* são muito compridas, assim as imagens foram capturadas na objetiva de 1,25x do microscópio, e quando estavam encurvadas, as medições eram realizadas em partes e somadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os detalhes dos componentes anatômicos da casca de *Vismia guianensis* no plano transversal podem ser observados na Figura 2. Na região da periderme, o felema e a feloderme são células de formato quadrado a retangular, o felema mais externo possui algumas de suas células espessas e lignificadas, enquanto, o felogênio compreende uma única camada fina de células retangulares (Fig.3AB).

Figura 3 - Aspecto anatômico da casca de *Vismia guianensis* no plano transversal.



Legenda: (A) Extensão do plano evidenciando a dilatação dos raios no formato de cunha [R]. (B) Periderme [Pe], Córtex [Cx], Felogênio [seta branca], Felema [Pl] e Feloderme [Pd], e conteúdo químico [seta vermelha]. (C) Presença de células secretoras [estrela]. (D) Canais excretorios contendo exsudatos sem rompimento das bolsas internas [triângulo preenchido], canais excretorios contendo exsudatos com rompimento das bolsas internas [triângulo sem preenchimento] e elementos de tubo [st] com células companheiras [setas].

Fonte: Do autor (2023).

É possível observar que a transição entre os floemas condutor e não condutor acontece de forma gradual, e que os raios se dilatam, formando uma cunha na direção da periderme (Fig.3A). No floema condutor, os elementos de tubo com pequenas células companheiras adjacentes estão agrupados de maneira múltipla e em fileira radial (Fig.3AD), em média, os elementos de tubo apresentaram um diâmetro tangencial de 19,01 μm e comprimento médio de 583,9 μm (Tabela 1). As fibras da espécie apresentaram um comprimento médio de 1210 μm e espessura variando entre 12,49 a 15,67 μm .

Tabela 1. Valores mínimos, máximos, de média e desvio padrão para as fibras e elementos de tubo.

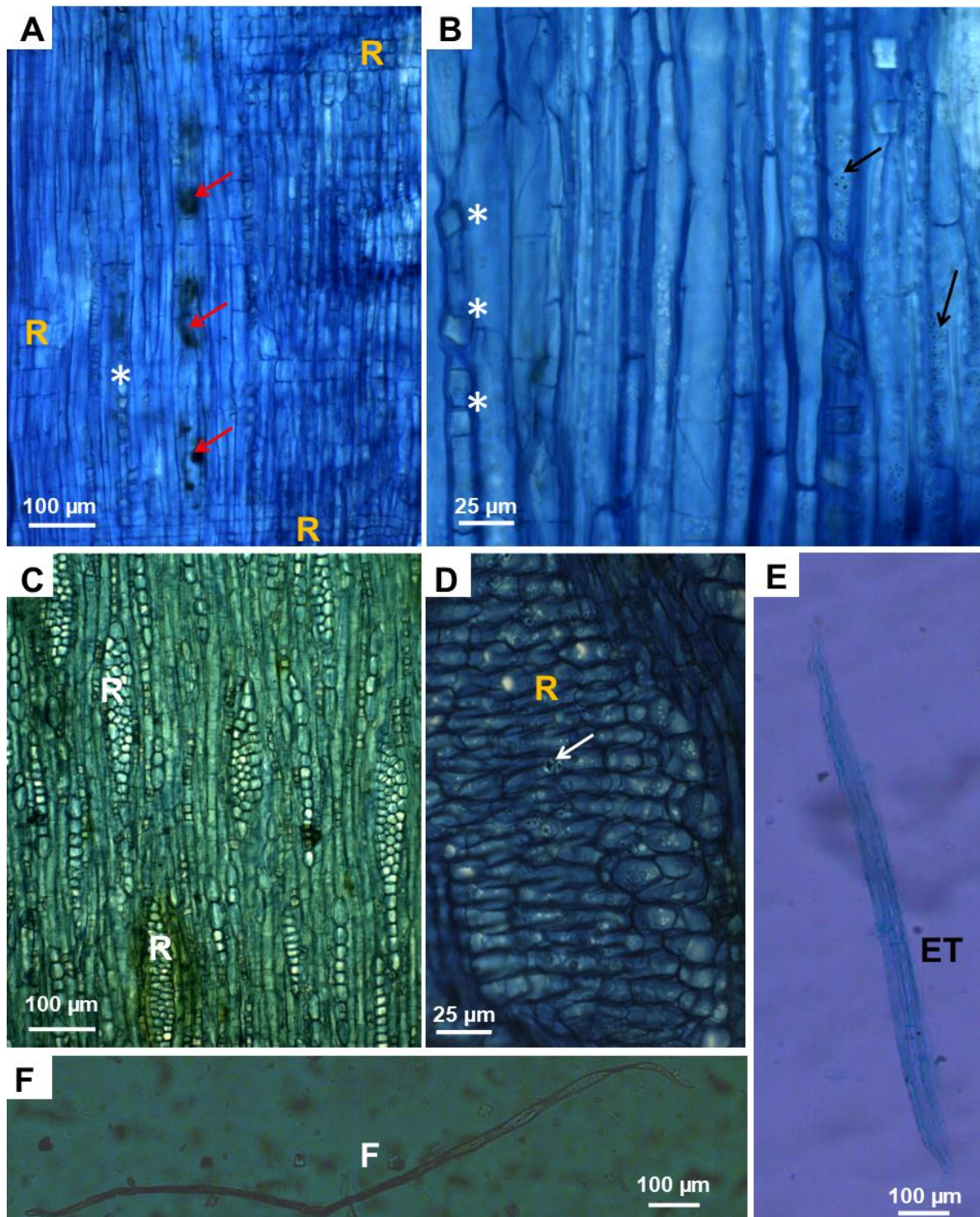
Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Comprimento da fibra (μm)	1166,41	1293,89	1209,96	0,05
Espessura das fibras (μm)	12,50	15,67	14,10	1,25
Diâmetro do elemento de tubo (μm)	15,44	20,97	19,01	2,12
Comprimento de elemento de tubo (μm)	531,47	644,49	583,93	0,04

Fonte: Do autor (2023).

Em toda a extensão do tecido a espécie apresenta células secretoras (Fig. 3ACD), enquanto há canais secretores contendo exsudatos em arranjo unisseriado na região do córtex e bisseriado na região do floema (Fig. 3AD). Esses canais secretores se apresentam com bolsas que podem estar completas ou com rompimento (Fig. 3D). Também é possível encontrar conteúdo químico na região do felema (Fig. 3B). O conteúdo químico presente na casca, também foi relatado em diversas espécies, se apresentando da mesma forma que na espécie *V. Guianensis*, em células na região da periderme. Nas espécies *Astronium lecointei* Ducke (MOTA et al., 2021), *Stryphnodendron rotundifolium* (SOUSA et. al, 2021) e *Myracrodruon urundeuva* (SOUSA et al., 2022) foi demonstrado o alto potencial dos compostos químicos sobre a sua ação como antioxidante, demonstrando a possibilidade da *V. guianensis* ser uma possível fonte de materiais com a mesma destinação final de utilização.

No plano radial, é possível observar também a presença de conteúdo químico em células parenquimáticas (Fig. 4A). Os raios se apresentam com uma a três células de largura no plano tangencial (Fig. 4C). Já com o preparo do macerado, foi possível observar as fibras (Fig. 4F) e os elementos de tubo (Fig. 4E) com maior clareza, onde puderam ser feitas as medições.

Figura 4 – Aspecto anatômico da casca de *Vismia guianensis* nos planos radial, tangencial e no macerado.



Legenda: (A) Presença de conteúdo químico [seta], Raios [R], e cristais prismáticos [asterisco]. (B) Ocorrência de areia cristalina no parênquima axial [seta] e cristais prismáticos em fileira [asterisco]. (C) Largura dos raios observados no plano tangencial [R]. (D) Presença de areia cristalina em células de parênquima radial [seta]. (E) Elemento de tubo observado no macerado [ET]. (F) Fibra observada no macerado [F].

Fonte: Do autor (2023).

Inclusões minerais foram observadas com grande frequência em células parenquimáticas. Nota-se a ocorrência de cristais do tipo areia cristalina em células de parênquima axial (Fig. 4B) e no parênquima radial (Fig. 4D) e cristais prismáticos agrupados em fileira (Fig. 4B). As inclusões minerais também já foram relatadas em outros estudos, se apresentando em células de parênquima, assim como ocorre com a *Vismia guianensis*. Nas espécies *Stryphnodendron rotundifolium* (SOUSA et. al, 2021) e *Myrcia eximia* DC. (ARAUJO et al., 2020), as inclusões minerais se mostraram como fontes de cálcio, o que também pode potencialmente destinar o uso da casca da *V. guianensis*.

5 CONCLUSÃO

O estudo apresenta a caracterização anatômica da espécie *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy, com material coletado no bioma Amazônia. A partir das imagens obtidas, foi possível observar a presença de conteúdos químicos na casca, um indicativo de que um estudo mais amplo pode ser conduzido, para avaliar a viabilidade de se utilizar a casca da espécie como matéria-prima para produtos de alto valor agregado. Além disso, também foi observado areia cristalina e cristais prismáticos, indicando que a casca pode ser uma boa fonte de cálcio.

Para promover o conhecimento e a valorização das espécies, o estudo da anatomia da casca tem um papel fundamental, pois pode ser usado como um indicativo prévio da presença de químicos, contribuindo para um manejo sustentável das árvores, além de avaliar a viabilidade da utilização da espécie para a confecção de produtos com alto valor comercial. Ademais, a crescente busca por novas fontes de renda baseada em produtos renováveis, demonstra o quanto estudos sobre a casca são determinantes para que cada vez mais espécies tenham o seu potencial conhecido.

REFERÊNCIAS

- AJAO, O. et al. **Multi-product biorefinery system for wood-barks valorization into tannins extracts, lignin-based polyurethane foam and cellulose-based composites: Techno-economic evaluation.** *Industrial Crops and Products*, v. 167, p. 113435, 1 set. 2021.
- ANGYALOSSY, V. et al. **IAWA List of Microscopic Bark Features.** *IAWA Journal*, v. 37, n. 4, p. 517–615, 22 nov. 2016.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, Beatriz; CARMELLO-GUERREIRO, Sandra Maria. **Anatomia vegetal.** rev. atual. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- ARAUJO, E. DA S. et al. **Characterisation and valorisation of the bark of *Myrcia eximia* DC. trees from the Amazon rainforest as a source of phenolic compounds.** *Holzforschung*, v. 74, n. 10, p. 989–998, 25 out. 2020.
- ARAUJO, E. S. **Valorização das cascas de espécies arbóreas da Amazônia como fonte de taninos e seu uso como antioxidantes naturais.** 2023. 73 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Biomateriais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2023.
- BARBOSA, A. T. et al. **Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oils from Fresh *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy and *Vismia cayennensis* (Jacq.) Pers. Leaves.** *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, p. e37410817440–e37410817440, 14 jul. 2021.
- COUTINHO, L.M. **Biomass brasileiros.** São Paulo: Oficina de textos, 2016.
- DA SILVA ARAUJO, Elesandra et al. **Quantification of the bark *Myrcia eximia* DC tannins from the Amazon rainforest and its application in the formulation of natural adhesives for wood.** *Journal of Cleaner Production*, v. 280, p. 124324, 2021.
- DEMGNE, O. M. F. et al. **Botanicals and phytochemicals from the bark of *Hypericum roeperianum* (Hypericaceae) had strong antibacterial activity and showed synergistic effects with antibiotics against multidrug-resistant bacteria expressing active efflux pumps.** *Journal of Ethnopharmacology*, v. 277, p. 114257, 15 set. 2021.
- EMBRAPA. **Bioma Amazônia.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/contando-ciencia/bioma-amazonia>>. Acesso em: 12 nov. 2023.
- FRANCESCHI, V. R. et al. **Specialized phloem parenchyma cells in Norway spruce (*Pinaceae*) bark are an important site of defense reactions.** *American Journal of Botany*, v. 85, n. 5, p. 601–615, 1998.
- FRANKLIN, G. L. **Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood.** *Nature*, v. 155, n. 3924, p. 51-51, 1945.
- IWALEWA, E. O. et al. **Anti-protozoan activities of *Harungana madagascariensis* stem bark extract on trichomonads and malaria.** *Journal of Ethnopharmacology*, v. 117, n. 3, p. 507–511, 22 maio 2008.

MATOS, S.D. **Papel da estrutura anatômica e histoquímica da casca em espécies lenhosas ripárias na resistência ao fogo.** 2013. 74p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2013.

MOTA, G. S. et al. **Bark of *Astronium lecointei* Ducke trees from the Amazon: chemical and structural characterization.** European Journal of Wood and Wood Products, v. 79, n. 5, p. 1087–1096, 1 set. 2021.

OLIVEIRA, A. H. et al. **Anti-inflammatory activity of *Vismia guianensis* (Aubl.) Pers. extracts and antifungal activity against *Sporothrix schenckii*.** Journal of Ethnopharmacology, v. 195, p. 266–274, 4 jan. 2017.

PIZZI, A. **Tannins medical/pharmacological and related applications: A critical review.** Sustainable Chemistry and Pharmacy, v. 22, p. 100481, 2021.

QUILHÓ, Teresa; PEREIRA, Helena; RICHTER, Hans Georg. **Within–tree variation in phloem cell dimensions and proportions in *Eucalyptus globulus*.** IAWA journal, v. 21, n. 1, p. 31-40, 2000.

ROSELL, J. A. et al. **Bark functional ecology: evidence for tradeoffs, functional coordination, and environment producing bark diversity.** New Phytologist, v. 201, n. 2, p. 486–497, 2014.

SIBBR. **Species: *Vismia guianensis* (Lacré).** Disponível em: <<https://ala-bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/308832>>. Acesso em: 17 maio. 2023.

SILVESTRE, R. G. et al. **Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of the essential oil from *Vismia guianensis* fruits.** African Journal of Biotechnology, v. 11, n. 41, p. 9888–9893, 2012.

SOUSA, Thaís Brito et al. **Chemical and structural characterization of *Myracrodruon urundeuva* barks aiming at their potential use and elaboration of a sustainable management plan.** Biomass Conversion and Biorefinery, p. 1-11, 2022.

SOUSA, Thaís Brito et al. **The bark of *Stryphnodendron rotundifolium* as a source of phenolic extracts with antioxidant properties.** Wood Science and Technology, v. 55, n. 4, p. 1057-1074, 2021.

VOGEL E. C.; SHIMIZU, G.H.; MARTINS, M.V.; MARINHO, L.C. ***Hypericaceae* in Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB25586>>. Acesso em: 22 out. 2023

ZIDANES, Uasmim Lira et al. **Preparation and characterization of tannin-based adhesives reinforced with cellulose nanofibrils for wood bonding.** Holzforschung, v. 75, n. 2, p. 159-167, 2021.