



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO**

KELLY DA COSTA BRAGA

**DIVERSIDADE VEGETAL, ANATOMIA E HISTOQUÍMICA DE
PLANTAS TÓXICAS OCORRENTES EM PRAÇAS DE
ALTAMIRA-PA**

ALTAMIRA

2026

KELLY DA COSTA BRAGA

**DIVERSIDADE VEGETAL, ANATOMIA E HISTOQUÍMICA DE
PLANTAS TÓXICAS OCORRENTES EM PRAÇAS DE ALTAMIRA-PA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Pará, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Orientador(a): Prof. Dr. Alisson Rodrigo Souza Reis

Coorientadora: Juliana Livian Lima de Abreu dos Santos

ALTAMIRA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

D111d da Costa Braga, Kelly.
DIVERSIDADE VEGETAL, ANATOMIA E
HISTOQUÍMICA DE PLANTAS TÓXICAS OCORRENTES EM
PRAÇAS DE ALTAMIRA-PA / Kelly da Costa Braga. — 2026.
66 f.

Orientador(a): Prof. Dr. Alisson Rodrigo Souza Reis
Coorientação: Profª. Dra. Juliana Livian de Lima Abreu dos
Santos

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Campus Universitário de Altamira, Programa de Pós-Graduação
em Biodiversidade e Conservação, Altamira, 2026.

1. Plantas tóxicas. 2. Arborização. 3. Anatomia Foliar. I.
Título.

CDD 571.8452

KELLY DA COSTA BRAGA

**DIVERSIDADE VEGETAL, ANATOMIA E HISTOQUÍMICA DE
PLANTAS TÓXICAS OCORRENTES EM PRAÇAS DE
ALTAMIRA-PA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Pará, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Data da aprovação: ____/____/____

Banca Examinadora:

Alessandra Doce Dias de Freitas - UFPA

E-mail: aledoce@ufpa.br

Avaliadora Externa

Eliane Francisca de Almeida - UEPA

E-mail: eliane.almeida@uepa.br

Avaliadora Externa

Fábio Miranda Leão - UFPA

E-mail: fabioleao@ufpa.br

Avaliador Interno

AVALIADORES SUPLENTE:

Jorgeana Valéria Casique Tavares -UFOPA

E-mail: valerytvares@gmail.com

Avaliador externo

2. Raírys Cravo Herrera - UFPA

E-mail: rairys@ufpa.br

(Avaliadora Interna)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, por ser minha base e minha força, aos meus pais, Francisco Braga e Francisleida Lima, cuja dedicação e amor foram fundamentais para que eu pudesse trilhar este caminho. Às minhas irmãs e irmãos, pelo apoio constante e incondicional. Sem vocês, nada seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo, por ser minha base, minha luz e pela sabedoria que me foi dada ao longo desse Mestrado; sem ele, nada disso seria concretizado.

Agradeço também aos meus pais, Francisco Braga e Francisleida Lima, e a todos os meus irmãos e irmãs, especialmente às minhas irmãs Natalia Braga e Dayane Braga, pela ajuda com transporte até os locais da pesquisa e na realização do levantamento florístico das Praças de Altamira-PA.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Pará – UFPA, do campus Altamira, por proporcionar, em minha carreira acadêmica, o conhecimento quanto à riqueza da biodiversidade, dando ênfase à Floresta Amazônica.

Agradeço ao meu orientador, Professor Dr. Alisson Reis, pela sua paciência, sabedoria e orientação exemplar.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa concedida e pelo incentivo à pesquisa.

Agradeço ao laboratório de Anatomia, Morfologia Vegetal e Qualidade da Madeira – UFPA/Campus Altamira pela realização das análises anatômicas e histoquímicas dos vegetais desta pesquisa. Muito obrigada a todos os meus colegas de laboratório, em especial Luiza Petri e a Carla Rebeca, pela ajuda e pela paciência que me deram.

Sou grata também a todos os meus colegas de Mestrado, em especial aos colegas Rosário Conceição, Alcinei Araújo e Weider Conga, pelo incentivo ao longo do curso.

Agradeço a todos os professores que me ajudaram nessa jornada de pesquisa. Sabemos que não é fácil fazer um trabalho de pesquisa, mas com o apoio de todos é tudo possível.

Muito obrigada a todos

EPÍGRAFE

"Todas as coisas são venenos, e nada é sem veneno; somente a dose permite que algo não seja venenoso."

Paracelsus

RESUMO GERAL

Plantas tóxicas são organismos que possuem compostos químicos que podem causar alterações nos seres vivos. Estudos de anatomia e histoquímica foliar de espécies como essas são essenciais para compreender sua morfologia e composição, além de auxiliar na seleção de espécies para a vegetação urbana com o plantio de vegetais seguro em espaços públicos, também são essenciais para a prevenção de intoxicações. Diante disso, o objetivo geral dessa pesquisa foi identificar e descrever a anatomia e a histoquímica foliar de espécies tóxicas encontradas em praças da cidade de Altamira-PA, com o intuito de fornecer subsídios para a utilização na arborização urbana da cidade, contribuindo para a saúde pública, meio ambiente e para a segurança da população. Para a realização do estudo, foram catalogadas as espécies presentes em 18 praças da cidade, com ajuda de um guia de inventário que incluía registros fotográficos, informações botânicas e o uso de GPS para a aquisição das coordenadas geográficas. As espécies foram identificadas conforme o Sistema APG IV e por meio de consultas a bases de dados especializadas em botânica. Posteriormente, foram categorizadas e organizadas em planilhas totalizando 122 espécies inventariadas, das quais para este estudo foram encontradas 35 espécies tóxicas, totalizando 506 indivíduos. Entre os resultados, destacou-se a *Dracaena trifasciata* (Prain) com maior densidade de indivíduos, representando 17,2% (87 indivíduos) do total, pertencente à família Asparagaceae. Essa família, assim como a Araceae e a Euphorbiaceae, apresentou o maior número de espécies tóxicas, com cinco espécies cada. A espécie de maior frequência foi a *Mangifera indica* L., presente em 61,1% das praças. Trata-se de uma planta tóxica que pode ocasionar dermatite por contato com as folhas e intoxicação quando a casca do seu fruto é ingerida. A Praça Independência apresentou o maior número de espécies, com 18 vegetais tóxicos. Para as análises de anatomia e histoquímica foliar, foram selecionadas cinco espécies tóxicas mais frequentes, pertencentes a diferentes famílias: *Agave angustifolia*, *Catharanthus roseus*, *Duranta erecta*, *Ficus benjamina* e *Mangifera indica*. As amostras foram coletadas nas duas praças com maior ocorrência de plantas tóxicas. Foram aplicadas técnicas de anatomia e histoquímica foliar, incluindo cortes, fixação, coloração, montagens de lâminas e observação microscópica, visando à análise estrutural dos seus sistemas e à identificação de compostos químicos. Os resultados mostraram predominância de células epidérmicas poligonais e isodiamétricas, além de epiderme com cutícula espessa, característica associada à resistência ambiental. Observou-se também a presença de estômatos hipoestomáticos, tricomas, cristólitos e mesófilo dorsiventral organizado na maioria das espécies estudadas. Nos testes histoquímicos, foram identificados lipídios, lignina, celulose, compostos fenólicos e amido em todas as espécies, além da presença de alcaloides e cristais de oxalato de cálcio em algumas delas, indicando potencial tóxico. Dessa forma, os resultados contribuem para estudos morfológicos e taxonômicos, ampliam a compreensão sobre a adaptação das plantas a diferentes ambientes e condições de estresse, reforçam a importância dessas espécies para a arborização urbana e os cuidados com a sua seleção na prevenção de intoxicações, além da importância dos estudos quanto à sua composição química para aplicações farmacológicas, medicinais e para o meio ambiente.

Palavras-chave: Plantas tóxicas; Praças; Testes histoquímicos; Anatomia foliar.

ABSTRACT

Toxic plants are organisms that possess chemical compounds that can cause alterations in living beings. Analysis of leaf anatomy and histochemistry of species like these are essential to understand their morphology and composition, in addition to assisting in the selection of species for urban vegetation with the planting of safe vegetation in public spaces, they are also essential for the prevention of intoxications. Therefore, the general objective of this research was to identify and describe the leaf anatomy and histochemistry of toxic species found in public squares in the city of Altamira-PA, with the aim of providing subsidies for the use in urban tree planting in the city, contributing to public health, environment, and safety of the population. For the study, the species present in 18 city squares were cataloged, with the help of an inventory guide that included photographic records, botanical information and the use of GPS for the acquisition of geographical coordinates. The species were identified according to the APG IV System and through searches on specialized botanical databases. Subsequently, they were categorized and organized into spreadsheets totaling 122 species inventoried, of which, for this study, 35 toxic species were found, totaling 506 individuals. Among the results, *Dracaena trifasciata* (Prain) stood out with the highest density of individuals, representing 17.2% (87 individuals) of the total, belonging to the Asparagaceae family. This family, as well as Araceae and Euphorbiaceae, presented the highest number of toxic species, with five species each. The species with the highest frequency was *Mangifera indica* L., present in 61.1% of the squares. It is a toxic plant that can cause dermatitis by contact with the leaves and intoxication when the fruit skin is ingested. Independência Square presented the highest number of species, with 18 toxic plants. For leaf anatomy and histochemistry analyses, five of the most frequent toxic species, belonging to different families, were selected: *Agave angustifolia*, *Catharanthus roseus*, *Duranta erecta*, *Ficus benjamina* and *Mangifera indica*. Samples were collected in the two squares with the highest occurrence of toxic plants. Leaf anatomy and histochemistry techniques were applied, including sectioning, fixation, staining, slide mounting, and microscopic observation, aiming at the structural analysis of their systems and the identification of chemical compounds. The results showed a predominance of polygonal and isodiametric epidermal cells, as well as epidermis with a thick cuticle, a characteristic associated with environmental resistance. The presence of hypostomatic stomata, trichomes, cystoliths, and dorsiventral mesophyll organized in most of the studied species was also observed. In histochemical tests, lipids, lignin, cellulose, phenolic compounds, and starch were identified in all species, in addition to the presence of alkaloids and calcium oxalate crystals in some of them, indicating toxic potential. Thus, the results contribute to morphological and taxonomic studies, broaden the understanding of plant adaptation to different environments and stress conditions, reinforce the importance of these species for urban landscaping and care in their selection for the prevention of intoxications, as well as the importance of studies on their chemical composition for pharmacological, medicinal, and environmental applications.

Keywords: Toxic plants; Public squares; Histochemical tests; Leaf anatomy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2. OBJETIVOS GERAIS.....	14
2.1. Objetivo Geral.....	14
2.1. Objetivos Específicos.....	14
REFERÊNCIAS.....	15
CAPÍTULO I: DIVERSITY AND CLASSIFICATION OF TOXIC PLANTS IN THE GREENING OF PUBLIC SQUARES IN A BRAZILIAN AMAZON MUNICIPALITY.....	19
INTRODUÇÃO.....	20
MATERIAL E MÉTODOS.....	22
Caracterização da área de estudo.....	22
Procedimentos Metodológicos.....	23
Coleta e análise dos dados.....	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS.....	32
CAPÍTULO II: ANÁLISE ANATÔMICA E HISTOQUÍMICA FOLIAR DE ESPÉCIES TÓXICAS PRESENTES NA ARBORIZAÇÃO DE PRAÇAS DE ALTAMIRA-PA.....	37
INTRODUÇÃO.....	39
MATERIAL E MÉTODOS.....	40
Áreas de estudo e as espécies utilizadas.....	40
Caracterização Anatômica e Histoquímica foliar.....	41
RESULTADOS.....	42
DISCUSSÃO.....	52
CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	56
CONCLUSÃO GERAL.....	61
APÊNDICES.....	62
Apêndice 1. Lista de espécies encontradas nas 18 praças de Altamira, Pará.....	62

1. INTRODUÇÃO GERAL

As plantas tóxicas são espécies que podem causar alterações no organismo dos seres vivos, e essas modificações decorrem de substâncias ativas presentes em suas estruturas (Braga; Giese; Parry, 2017). Essas substâncias ocasionam mudanças no metabolismo, como intoxicações, alergias, irritações, distúrbios e, em casos mais graves, a morte (Vasconcelos; Vieira; Vieira, 2009). As intoxicações podem ocorrer de maneira direta, devido à ingestão acidental desses vegetais, enquanto a indireta é causada pelo consumo de produtos de origem animal, como leite e carne, provenientes de animais que se alimentaram dessas espécies (Matos *et al.*, 2011).

Dentro dessa abordagem direta, temos a intoxicação aguda, que ocorre quando se faz uma breve ingestão de alguma parte vegetal, a crônica, quando o indivíduo utiliza de forma contínua alguma planta para alimentação ou uso medicinal, e a cutânea, que ocorre quando há contato com espécie tóxica (Teixeira; Lima, 2011). De modo geral, a intoxicação ocorre com a interação de substâncias tóxicas e um organismo vivo, que se manifesta através de mudanças fisiológicas, bioquímicas ou pela apresentação de sinais e sintomas clínicos (Bochner; Fiszon; Assis, 2013).

Segundo o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas, no ano de 2020, mais do que a metade dos casos de intoxicação ocorrem em crianças de 0 a 14 anos, representando 51,4% de um total de 821 casos. No Brasil, a maioria desses casos ocorre em crianças, devido à curiosidade em tocar, cheirar ou até mesmo ingerir alguma parte desses vegetais, sem estarem cientes dos riscos que representam. Isso ocorre em razão da ausência de informações sobre a periculosidade dessas espécies, que frequentemente são deixadas em áreas acessíveis a crianças e animais (Aguiar; Veiga Júnior, 2021).

Também, os acidentes com plantas em adolescentes e adultos acontecem por não saberem distinguir as plantas alimentícias, pois algumas plantas tóxicas possuem semelhanças, aumentando os riscos por envenenamento acidental. Esse problema é resultado da ausência de habilidade humana em identificar características botânicas, pois muitas delas levam tempo, são arbitrárias e podem não ser úteis (Soumya; Sampada; Hemanth, 2024). A falta de conhecimento tem sido a principal causa de acidentes envolvendo plantas tóxicas, devido à escolha inadequada das espécies a serem cultivadas nas praças.

As praças de Altamira têm sido utilizadas para várias ocasiões, seja para encontros e passeios devido a sua área de lazer, assim como para estudos através de aulas de campo e para pesquisas sobre a ausência e presença de vegetação. Esses lugares têm-se constituído de

vários benefícios como o conforto térmico para os seres humano (Silva *et al.*, 2024); promovem o bem-estar das pessoas através da vitalidade que a vegetação acrescenta ao ambiente urbano (Nascimento; Silva, 2023); além da importância desses espaços para a convivência social e de lazer (Mendes *et al.*, 2021); favorece a preservação das áreas verdes da zona urbana e promove um ambiente adequado com segurança (Wang *et al.*, 2024).

Possibilita a purificação do ar, a diminuição de ruídos e o abrandamento dos ventos, o aumento da umidade atmosférica, além de atuarem como refúgio e fonte de alimento para a vida selvagem nas cidades, oferecendo ainda vantagens para a saúde, a estética e atividades de lazer (Buckeridge, 2015; Amato-Lourenço *et al.*, 2016; Freitas *et al.*, 2020), mantendo o ambiente equilibrado entre os ecossistemas.

Apesar disso, a ausência de um planejamento adequado quanto aos vegetais plantados nesses locais tem se mostrado problemática, pois muitos são responsáveis por ocasionar acidentes por causa do desconhecimento quanto aos seus componentes ativos. Selecionar plantas para praças requer dar preferência a espécies compatíveis com as condições locais e evitar espécies invasoras, respeitando a diversidade de espécies nativas e aquelas que demandem pouca manutenção (Saad *et al.*, 2023).

Por outro lado, para as espécies tóxicas já inseridas nesses locais, também são consideradas benéficas para o tratamento de várias condições específicas na saúde pública (Sadia *et al.*, 2022). Além da sua importância para a agricultura, indústria alimentícia e farmacêutica, e principalmente para o meio ambiente.

Os estudos sobre as folhas de plantas tóxicas têm crescido nos últimos anos, com a utilização de suas substâncias, seja por caráter medicinal, ambiental ou farmacêutico. Muitos deles incluem pesquisas, sobre os extratos metabólicos, como saponinas esteroides extraídos das folhas da espécie *Dracaena trifasciata* Prain, e testados em três linhagens de células cancerígenas, como hepáticas, de mama e do epitélio intestinal (Abdul-Hafeez *et al.*, 2020); o uso de extrato aquoso de folhas de espécies como *Euphorbia milii* Des Moul., *Agave angustifolia* Haw., *Aloe vera* (L.) Burm. f., *Dracaena trifasciata* Prain, *Manihot esculenta* Crantz, com o objetivo de controlar a atividade anti-helmíntica de *Panagrellus redivivus in vitro* (Lubian *et al.*, 2019), e no controle de pragas, como *Leptinaria unilamellata* (D'Orbigny), um molusco gastrópode (Afonso-Neto; Bessa; Soares, 2010).

Ainda estudos foliares através de microscopia de luz e eletrônica (MEV e MET) em *Ricinus communis* L. (Mamoucha *et al.*, 2017) com propósito de conhecer as estruturas e as substâncias que a compõem; a aplicação das folhas *Dieffenbachia seguine* (Jacq.) Schott como potencial de eficácia anti-leishmania (Mans *et al.*, 2016) e o oxalato de cálcio presente nas

folhas das espécies da família Araceae que é empregado como bioadsorvente na remoção de íons Cu^{2+} de soluções aquosas de CuSO_4 (Lucena *et al.*, 2012; Sousa *et al.*, 2021).

Deste modo, a anatomia foliar e da histoquímica de plantas, permite compreender e descrever as substâncias situadas nas estruturas foliares e, assim, ajuda a assimilar e relacionar as várias partes internas desses vegetais com suas funções, possibilitando o estudo de substâncias secretadas por esses vegetais. Mencionam-se pesquisas para fins taxonômicos de comparação de espécies do gênero *Camarea* (Câmara; Vilarinho; Araújo, 2020); descrição da diversidade ontogenética e histoquímica do gênero *Ceiba* com o propósito de conhecer as estruturas secretoras (Gonçalves *et al.*, 2024); estudo da anatomia foliar e histoquímica como implicação ecológica e terapêuticas na região amazônica de *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith (Rebouças *et al.* 2025); estudo da anatomia foliar da *Minquartia guianensis* Aubl. (Coulaceae) para compreender os mecanismos de adaptação às condições ambientais (Rodrigues *et al.*, 2025).

Diante desses estudos, a descoberta de novas substâncias químicas, a compreensão quanto aos seus metabólitos primários e secundários, assim como a sua adaptação em diferentes lugares e clima contribuem para os estudos sobre a vegetação local. Assim, a identificação imediata desses vegetais facilita uma intervenção médica eficaz que ajuda a prevenir o consumo ou a exposição acidental a essas plantas (Abid *et al.*, 2023).

Para compreensão do tema geral abordado, esta dissertação está organizada com base em dois capítulos: o primeiro intitulado “Diversity and classification of toxic plants in the greening of public squares in a Brazilian Amazon municipality” e o segundo capítulo, intitulado “Análise anatômica e histoquímica foliar de espécies tóxicas presentes na arborização urbana de praças de Altamira-PA”.

2. OBJETIVO GERAL

- Identificar e descrever a anatomia foliar e a histoquímica de espécies tóxicas encontradas em praças do município de Altamira-PA, com o intuito de fornecer subsídios quanto à utilização dessas espécies na arborização urbana da cidade, contribuindo para a saúde, para o meio ambiente e para a segurança pública.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar e identificar a partir de um levantamento florístico as espécies tóxicas presentes nas praças;
- Descrever o sistema dérmico, o sistema vascular e o sistema fundamental das cinco espécies mais frequentes nas praças e de diferentes famílias;
- Identificar e localizar as principais estruturas secretoras de suas substâncias tóxicas na lâmina foliar dessas espécies.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-HAFEEZ, Essam Y.; ORABI, Mohamed A. A.; IBRAHIM, Omer H. M.; ILINSKAYA, Olga; KARAMOVA, Nazira S. In vitro cytotoxic activity of certain succulent plants against human colon, breast and liver cancer cell lines. **South African Journal of Botany**, v. 131, p. 295–301, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.02.023>
- ABID, Aqsa; AHMAD Mushtaq; ZAFAR, Muhamma; ZAFAR, Sadia; RAMADAN, Mohamed Fawzy; ALTHOBAITI, Ashwaq T.; SULTANA, Shazia; KILI, Omer; MAKHKAMOV, Trobjon; YULDASHEV, Akramjon; MAMARAKHIMOV, Oybek; KHAYDAROV, Khislat; MAMMADOVA Afat O.; KOMILOV Komiljon; MAJEED, Salman. Foliar epidermal and trichome micromorphological diversity among poisonous plants and their taxonomic significance. **Folia Horticulturae**, v. 35, n. 2, p. 243–274, 2023. <https://doi.org/10.2478/fhort-2023-0019>
- AFONSO-NETO, I.S; BESSA, E.A; SOARES, G.L.G. Avaliação da atividade moluscicida do látex de três espécies de Euphorbia (Euphorbiaceae) sobre *Leptinaria unilamellata* d’Orbigny, 1835 (Gastropoda - Subulinidae). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 12, n. 1, p. 90–95, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722010000100013>
- AGUIAR, Ana Tayná; VEIGA JÚNIOR, Valdir Florêncio da. O jardim venenoso: a química por trás das intoxicações domésticas por plantas ornamentais. **Química Nova**, v.44, n. 8, p. 1093-1100, 2021. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170746>
- AMATO-LOURENÇO, Luís Fernando; MOREIRA, Tiana Carla Lopes; ARANTES, Bruna Lara de; SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira da; MAUAD, Thais. Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. Estudos Avancados, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100008>
- BOCHNER, Rosany; FISZON, Judith Tiommy; ASSIS, Maria Aparecida de. Plantas tóxicas ao alcance de crianças: transformando risco em informação. Rio de Janeiro: RioBooks, 2013.
- BRAGA, Kelly da Costa; GIESE, Sonilva Sousa; PARRY, Sterphane Matos. Levantamento de plantas tóxicas em escolas urbanas de Ensino Fundamental do município de Altamira, Pará. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 2, p. 53-58, 2017. <https://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v7n2p53-58>

BUCKERIDGE, Marcos. Árvores urbanas em São Paulo: planejamento, economia e água. n.29, v. 84, p. 85-101, 2015. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000200006>

CÂMARA, Antônia Rita de Moraes; VILARINHO, Milena Pereira; ARAÚJO, Josiane Silva. Anatomia foliar como subsídio para a taxonomia do gênero *Camarea* St.-Hil (Malpighiaceae). **Research, Society and Development**, v. 9, n.10, P. 1-29, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8525>

FREITAS, Welington Kiffer de; MAGALHÃES, Luis Mauro Sampaio; SANTANA, Claudio Alexandre Aquino de; PEREIRA JUNIOR, Edson Rodrigues; SOUZA, Laís de Castro Machado de; TOLEDO, Rafael Augusto Batista; GARÇÃO, Beatriz Rocha. Composição das árvores em praças públicas urbanas localizadas na Mata Atlântica do Brasil: Uma revisão sistemática. **Silvicultura Urbana e Enverdimento Urbano**, v 48, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126555>

GONÇALVES, Livia Peixoto; LUNA, Bruna Nunes de; FERREIRA, Carlos Daniel Miranda; BOVINI, Massimo Giuseppe; TONI, Karen Lúcia Gama de. Leaf secretory structures in *Ceiba* (Malvaceae - Bombacoideae): ontogeny, anatomy and histochemistry. **Rodriguésia**, v. 75, p.2-16, 2024. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860202475008>

LUBIAN, Cleonice; HOLZ, Sabrina; MARTINHA, Danielle Dutra; MARCELINO, Wesler Luiz; PORTZ, Roberto; GONÇALVES, Manoel Penachio; NOGUEIRA, Ana Claudia Constantino; THOMÉ, Renata Mori; MISSIO; Vivian Carré; CORDEIRO, Juliano; FEROLDI, Lorraine Tomim. Anthelmintic activity of plant aqueous extracts against *Paragrellus redivivus* in vitro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, p. 1-11, 2019. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000672018>

LUCENA, Guilherme Leocárdio; SILVA, Afranio Gabriel; HONÓRIO, Luzia Maria Castro; SANTOS, Vandeci Dias. Cinética de adsorção de cobre (II) utilizando bioadsorventes. **Scientia Plena**, v. 8, n. 9, 2012. Disponível em: <https://www.scienciaplenua.org.br/sp/article/view/1062>. Acesso em: 23 jul. 2024.

MAMOUCHA, S.; TSAFANTAKIS, N.; FOKIALAKIS, N.; CHRISTODOULAKIS, N. S. Structural and phytochemical investigation of the leaves of *Ricinus communis*. **Aust J Bot**, V 65, n 1, p. 58-66, 2017. <https://doi.org/10.1071/BT16184>

MANS, D. R. A.; BEERENS, T.; MAGALI, I.; SOEKHOE, R.C.; SCHOONE, G. J.; OEDAIRADJSINGH, K.; HASRAT, J. A.; BOGAART, Evan den; SCHALLIG, F. H. In vitro evaluation of traditionally used Surinamese medicinal plants for their potential anti-leishmanial efficacy. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 180, p. 70–77, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.01.012>

MATOS, Francisco José de Abreu; LORENZI, Harry; SANTOS, Lúcia de Fátima Lopes; MATOS, Maria Elisa Oliveira; SILVA, Maria Goretti de Vasconcelos; SOUSA, Mirian Pinheiro de. **Plantas tóxicas: estudo de fitotoxicologia química de plantas brasileiras**. Nova Odessa, SP, Brasil, 2011.

MENDES, F. J. C.; MIRANDA NETO, J. Q.; GOMES, C. L.; AMARAL, M. D. B. Do lazer encarcerado aos espaços de desencontro: um estudo em duas praças de Altamira-PA. In: **IV Congresso Brasileiro de Estudos do Lazer e XVIII Seminário 'O lazer em debate'**, 2021,

Porto Alegre. IV Congresso Brasileiro de Estudos do Lazer e XVIII Seminário. Porto Alegre: PUC, ESEFID/UFRGS, p. 134-138, 2021.

NASCIMENTO, Karoline Lima do; SILVA, Joelmir Marques da. A vegetação urbana com estratégia de amenização climática e conforto térmico em cidades brasileiras de clima quente. **Scientific Journal ANAP**, v. 1, n. 5, 2023. Disponível em: <https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap/article/view/4116>. Acesso em: 06 de janeiro de 2026.

REBOUÇAS, Najara Priscila Batista; RODRIGUES, Larissa Castro; PINTO, Fabiana Rocha; FERREIRA, Deolinda Lucianne. Primeiros registros da anatomia foliar e histoquímica de *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith na região amazônica: implicações ecológicas e terapêuticas. **Revista Observatorio de La economia Latinoamericana**, v.23, n.10, p. 01-20, 2025. <https://doi.org/10.55905/oelv23n10-078>

RODRIGUES, Larissa Castro; REBOUÇAS, Najara Priscila Batista; SANTOS, Victor Alexandre Hardt Ferreira dos; FERREIRA, Deolinda Lucianne. Anatomy and histochemistry of the leaf blade of *Minquartia guianensis* Aubl. (Coulaceae). **Revista Árvore**, v. 49, n. 1, p. 1-16, 2025. <https://doi.org/10.53661/1806-9088202549263915>

SAAB, Soraya; OLIVEIRA, Ademir Kleber Morbeck; MATIAS, Rosemary; DIETRICH, Luciana Correia. A legislação ambiental e a importância da arborização urbana no município de Campo Grande – Mato Grosso do Sul. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v11, n. 82, p. 185-197, 2023. <https://doi.org/10.17271/23188472118220233273>

SILVA, Priscila Weruska Stark da; DUARTE, Denise Helena Silva; RÖTZER, Thomas; PAULEIT, Stephan. Testing Strategies for Planting Design in Urban Squares to Improve Human Comfort throughout the Seasons. **Atmosphere**, v. 15, n. 8, p: 1-20, 2024. <https://doi.org/10.3390/atmos15080870>

Sistema Nacional de Informações tóxico-farmacológicas – SINITOX, 2020. Disponível em: <https://sinitox.iciet.fiocruz.br/dados-nacionais>. Acesso em: 3 de jan. 2025

SOUMYA, A. H; SAMPADA, V Joshi; HEMANTH, Chandra N. Review on Poisonous Plants Detection Using Machine Learning. **International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology**, v. 4, n. 1, p. 186–195, 2024. <https://doi.org/10.48175/IJARSCT-15328>

SOUSA, Francivaldo de; SOUSA, José Sérgio de; SILVA, Afranio Gabriel da; MARQUES, Diego Isaias Dias; QUIRINO, Max Rocha; LUCENA, Guilherme Leocárdio. Utilização das folhas de comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia seguine*) como bioadsorvente para a remoção de íons metálicos. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 5, p. 1-10, 2021. <http://dx.doi.org/10.29215/pecen.v5i0.1647>

TEIXEIRA, João Batista Picinini; LIMA, Alexandre Almeida. **Plantas ornamentais tóxicas: prevenção de acidentes**, 2011.

VASCONCELOS, Jorge; VIEIRA, Janaina Gell de Pontes; VIEIRA, Eduardo P. de Pontes. Plantas Tóxicas: Conhecer para Prevenir. **Revista Científica da Universidade Federal do**

Pará, v. 7, n. 1, p.1-10, 2009. Disponível em:
<http://www.gege.agrarias.ufpr.br/plantastoxicas/textos/euphorbia%20mili.pdf>.
Acessado em 05 de dezembro de 2025.

WANG, Zehao; LI, Zhihui; WANG, Yifei; ZHENG, Xinqi; DENG, Xiangzheng Deng.
Building green infrastructure for mitigating urban flood risk in Beijing, China. **Urban Green**,
v.93, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128218>

Este capítulo está formatado nas normas da revista Environment, Development and Sustainability, disponível em: <https://link.springer.com/journal/10668>

Artigo 1

CAPÍTULO I: DIVERSITY AND CLASSIFICATION OF TOXIC PLANTS IN THE GREENING OF PUBLIC SQUARES IN A BRAZILIAN AMAZON MUNICIPALITY

Diversity and classification of toxic plants in the greening of public squares in a Brazilian Amazon municipality

Kelly da Costa Braga¹

¹ Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação. Campus Universitário de Altamira. Universidade Federal do Pará. Rua Coronel José Porfírio, 2515. São Sebastião. CEP 68372-040. Altamira/PA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1682-6900>.

Alisson Rodrigo Souza Reis²

² Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação. Campus Universitário de Altamira. Universidade Federal do Pará. Rua Coronel José Porfírio, 2515. São Sebastião. CEP 68372-040. Altamira/PA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7182-4814>

Juliana Livian Lima de Abreu dos Santos³,

³ Faculdade de Engenharia Florestal. Campus Universitário de Altamira. Universidade Federal do Pará. Rua Coronel José Porfírio, 2515. São Sebastião. CEP 68372-040. Altamira/PA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7295-7889>

Natalia da Costa Braga⁴

⁴ Faculdade de Engenharia Florestal. Campus Universitário de Altamira. Universidade Federal do Pará. Rua Coronel José Porfírio, 2515. São Sebastião. CEP 68372-040. Altamira/PA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3124-4632>

Autor correspondente: Kelly da Costa Braga; E-mail: kelly_atm_80@hotmail.com

Abstract

Urban greening improves the environment, benefits communities, and contributes to biodiversity conservation. However, inconsistent plant management in cities has led to poisoning issues due to the use of toxic plants in urban vegetation. This study aims to assess the distribution of toxic species in public squares in the municipality of Altamira, Pará (PA), to provide information on the plants used in the city's urban greening. A floristic survey was conducted across 18 public squares, cataloging 122 species—35 of which are toxic—comprising a total of 506 individuals. *Dracaena trifasciata* (Prain) Mabb. from the Asparagaceae family was the most abundant species, accounting for 17.2% (87 plants). The Asparagaceae family contained the highest number of toxic species, with six species recorded. The most frequently occurring species was *Mangifera indica* L., observed in 61.1% of the squares. Among the evaluated squares, Independência Square exhibited the highest number of species (18 plants, 51.8%). The Shannon diversity index ranged from 0,69 to 1,84 across the squares, peaking at Cais do Porto square, representing the highest Simpson diversity index at 0.72. Pielou's evenness index (J') across the squares ranged from 0,6 to 1, indicating a relatively balanced distribution of plants. The study reveals that the establishment and maintenance of vegetation in urban squares face challenges owing to inappropriate species selection, highlighting the need for proper management when introducing plants into urban environments.

Keywords: toxic plants; urban greening; Altamira; public spaces; phytosociology

Introduction

Urban greening includes the vegetation present in cities and plays an essential role in improving environmental conditions and the well-being of urban populations, positively influencing various aspects of city life (Lima 2020). Beyond its landscaping function, urban greening helps reduce noise and air pollution,

preserves biodiversity, provides food and shelter for wildlife, and improves thermal comfort, thereby promoting a better quality of life and increasing the economic value of urban spaces (MPPA 2022).

Despite these numerous benefits, the planting and maintenance of vegetation in urban areas face several obstacles (Santos et al. 2025). The primary challenge is a lack of planning regarding the species selected for cultivation, as many of these plants are toxic. Owing to the active substances in their chemical composition, these species can cause adverse reactions—including poisoning, allergic reactions, irritation, physiological disorders, and, in severe cases, death of living organisms (Vasconcelos et al. 2009; Braga et al. 2017).

Plants are largely composed of chemical compounds—such as lipids, carbohydrates, and nucleic acids—that play vital roles in their physiological maintenance, reproduction, and development (Ramos and Vasconcelos 2023). However, plants also produce secondary metabolites that are responsible for poisoning, including alkaloids, cardioactive (or cardiotonic) and cyanogenic glycosides, saponins, tannins, calcium oxalate, and toxalbumins, among others (Teixeira and Lima 2011). The increased production of these compounds serves as a defense mechanism against diseases, herbivores, and predators, rendering the plants toxic and irritating to other organisms (Sena et al. 2016).

In 2020, Brazil's National System of Toxic-Pharmacological Information (SINITOX) recorded 821 cases of human poisoning by toxic plants, most of which (422 cases) involved children aged 0 to 14. Demographically, 383 cases involved males and 338 involved females. These incidents are highly prevalent in urban environments, accounting for 637 occurrences. In 2021, the Toxicological Information Center (CIT) of Belém reported 143 plant-related poisoning cases in the state of Pará, resulted from accidental exposure and for improper therapeutic use (Santos et al. 2021).

According to regional Poison Control Centers, a lack of knowledge of toxic plants leads to inaccurate record-keeping, as numerous poisoning cases are caused by unidentified agents, thereby severely complicating clinical diagnosis (Barioni and Profeta 2021; Simões and Silva 2023).

Owing to insufficient knowledge of their toxic hazards, these species are often planted in areas accessible to children and animals, whose natural curiosity makes them particularly vulnerable to accidental poisoning (Aguiar and Veiga 2021). Additionally, many poisoning cases occur because people mistakenly use these plants for home remedies.

The lack of proper planning for urban greening in Brazilian municipalities, combined with the use of exotic species, results in inadequate planting practices (Blum et al. 2019; Felipe et al. 2022; Alves et al. 2023). Although some municipalities have urban greening plans to guide vegetation management, some cities in Pará still lack such plans. Consequently, this absence of planning leads to the haphazard cultivation of species in public squares, despite efforts to expand public green spaces.

However, without careful selection of the plants grown in public areas, the potential harm to biodiversity can be significant, as many toxic species may be inadvertently introduced into these spaces. In this context, this study aims to identify and characterize toxic plant species in public squares in the municipality of Altamira, Pará, thereby providing valuable information on the species used in the city's urban greening.

Materials and Methods

Study area characterization

The research was conducted in the city of Altamira (Fig. 1), Pará, located between the geographic coordinates 3° 11' 41" S and 52° 12' 33" W, roughly 512 km from the state capital, Belém (Hamada and Mendes 2023). Altamira is the largest municipality in both Pará and Brazil by territorial extent, covering an area of 159,533.306 km² with an estimated population of 126,279 inhabitants according to the latest census (IBGE 2022).

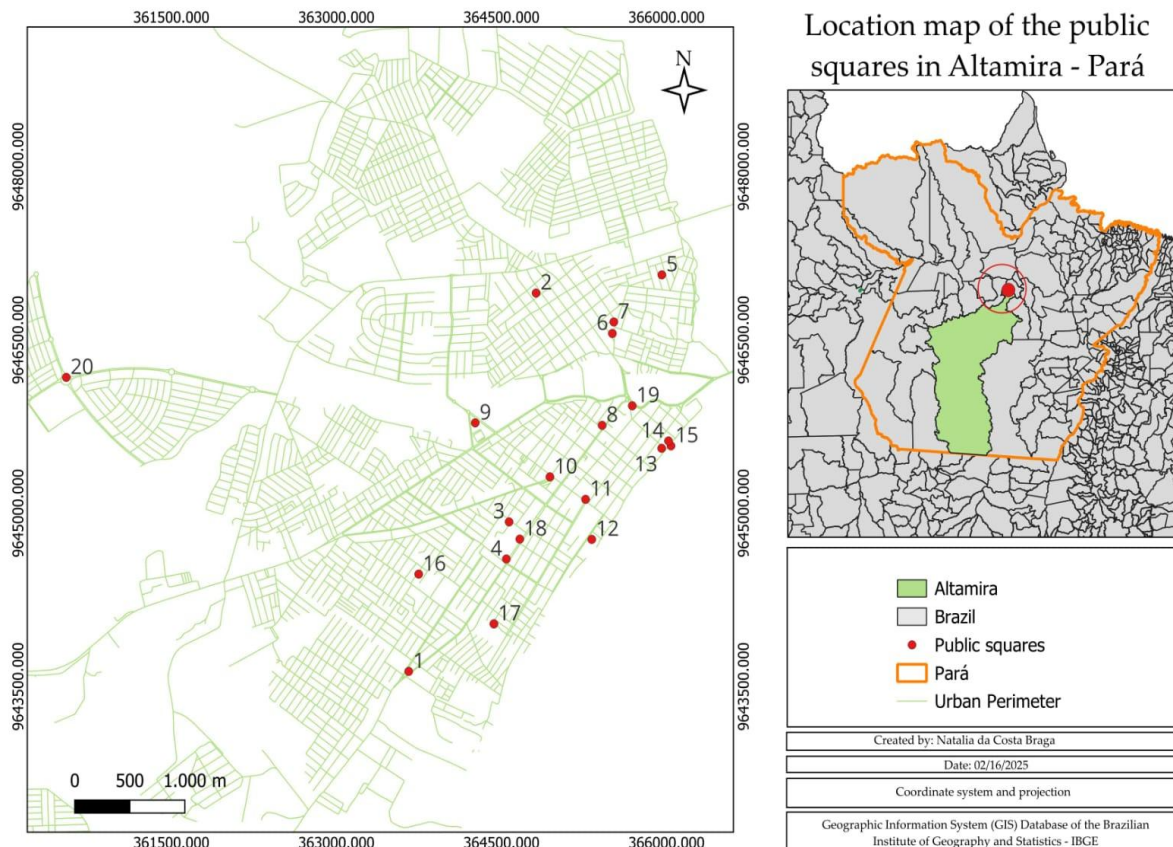


Fig. 1 Study area and distribution of public squares in the urban area of the municipality of Altamira, Pará. Data include: (1) Ulisses Guimarães Square, (2) Lookout Square, (3) Lúcio Mauro Cinema Square (4) Student Square, (5) Culture Square, (6) Dom Eurico Krautler Square, (7) Brasília Square, (8) Peace Square, (9) Anel Viário Square, (10) Bible Square, (11) Cemetery Square, (12) Independence Square, (13) Glauco Meirelles Square, (14) Pius XII Square, (15) Cais do Porto Square, (16) Lagoon Square, (17) Independente II Square, (18) Senai Square, (19) Magid Maud Square and (20) Airplane Square

This study was conducted exclusively in the urban area of the municipality, which has a population of 61,843. According to the Köppen climate classification, the region features an equatorial climate (Am and Aw), with temperatures ranging from 23 to 33 °C. The botanical survey was conducted from October 2024 to May 2025 across 20 public squares in the urban area of Altamira. However, as shown in Table 1, only 18 of these squares were included in the analyses presented in this study (Fig 1 e Table 1). These squares were selected because they are the most heavily frequented by the public and exhibit high species diversity in their floristic composition.

Table 1 Public squares in the city of Altamira, Pará, along with their respective areas and geographic coordinates used in this study

No.	Names of Public Squares	Total Area (m ²)	Geographic Coordinates
01	Ulisses Guimarães Square	1,557	3°13'24"S 52°13'37"W
02	Lookout Square	6,956	3°11'36"S 52°13'00"W
03	Lúcio Mauro Cinema Square	446	3°12'42"S 52°13'08"W
04	Student Square	3,118	3°12'51"S 52°13'08"W
05	Culture Square	3,445	3°11'31"S 52°12'22"W
06	Dom Eurico Krautler Square	1,414	3°11'49"S 52°12'37"W
07	Brasília Square	732	3°11'45"S 52°12'37"W
08	Peace Square	548	3°12'15"S 52°12'40"W
09	Anel Viário Square	7,983	3°12'14"S 52°13'17"W
10	Bible Square	1,282	3°12'29"S 52°12'55"W
11	Cemetery Square	477	3°12'35"S 52°12'46"W
12	Independence Square	6,723	3°12'47"S 52°12'43"W
13	Glauco Meirelles Square	1,036	3°12'21"S 52°12'23"W
14	Pius XII Square	2,840	3°12'19"S 52°12'21"W
15	Cais do Porto Square	29,283	3°12'21"S 52°12'20"W
16	Lagoon Square	2,199	3°12'57"S 52°13'34"W
17	Independente II Square	6,747	3°13'12"S 52°13'13"W
18	Senai Square	2,087	3°12'46"S 52°13'04"W
Total area		78.873 m ²	7.8873 ha

Methodological Procedures

Data Collection and Analysis

To obtain floristic data and assess overall plant diversity, we surveyed all vegetation in these spaces—including trees, small trees, shrubs, palms, vines, herbaceous and semi-herbaceous plants, and potted cultivated species. However, only species classified as toxic were evaluated in the data analysis for this study.

Species collection followed a floristic survey guide (Freitas et al. 2021). We conducted a census-style survey of the floristic composition using a camera and field notebooks. We also used an adapted data collection form that recorded plant characteristics—such as growth habit, leaves, flowers, and fruits—along with information about the surveyor, site descriptions, and geographic coordinates obtained using a Garmin GPS device. Some plants were identified *in situ* as they were already familiar species. However, for juvenile specimens, occasional return visits to the site were necessary to collect flowers and fruits for accurate identification.

Data for all species were organized in Excel spreadsheets and categorized according to scientific name, family, toxic plant part, referenced author confirming toxicity, origin, and the number of cataloged individuals. Species nomenclature was determined using the Angiosperm Phylogeny Group IV classification system (APG IV 2016) and by cross-referencing databases such as Flora do Brasil (REFLORA 2025), the Missouri Botanical Garden (MOBOT 2025), and the *speciesLink* network (CRIA 2025).

The identified toxic species were evaluated for their toxicity and invasive potential using databases such as the SINITOX and the CIT of Belém, Pará. We also consulted specific literature on toxic plants (Oliveira et al. 2003; Matos et al. 2011; Bochner et al. 2013) and scientific articles published in SciELO Brazil, Web of Science, and ResearchGate. Invasive species were identified using the Hórus Institute database (HORUS 2025). Additionally, species were identified according to their origin as exotic or native—where species originating

from other countries and introduced to Brazil are considered exotic, and species of Brazilian origin are defined as native—as well as species cultivated and naturalized in Brazil (REFLORA 2025).

To calculate phytosociological parameters, we determined absolute density (AD), relative density (RD), absolute frequency (AF), and relative frequency (RF), based on previously described methodologies (Cola et al. 2019; Martins 1991), using the following equations:

$AD = \frac{NI}{TA}$, where NI is the number of individuals of a species, and TA is the total area of the squares;

$RD = \frac{AD}{TAD} \times 100$, where AD is the absolute density of a species, and TAD is the total absolute density of all species across the squares;

$AF = \frac{NS}{TNS} \times 100$, where NS is the number of squares containing the species, and TNS is the total number of squares;

$RF = \frac{AFs}{TAF}$, where AFs is the absolute frequency of the species, and TAF is the total sum of the absolute frequencies of all species.

Statistical calculations for species evaluation were conducted using the R programming language (R Core Team 2024) within the RStudio environment (Posit Team 2025). This enabled the computation of individual metrics for each square using the Shannon diversity index (H'), Simpson diversity index ($1-D$), Pielou's evenness index (J'), and species richness (S).

Results and Discussion

Floristic composition aspects

The comprehensive floristic survey of the squares revealed a rich variety of plant life, identifying 122 species distributed across 46 families (appendix 1). Among these, 35 species are considered toxic (Fig. 2), belonging to 17 botanical families and 31 genera, with a total of 506 cataloged toxic individuals. The most common families were Araceae, Asparagaceae, and Euphorbiaceae, each accounting for 14.28% (five species), while nine families accounted for only 2.85%, with one species each, according to Table 2.

The Araceae family comprises 100 genera and 3,000 species, of which only 30 genera and 270 species occur in the Brazilian Amazon (MUSA 2023). Plants in this family are the most common cause of poisoning owing to their calcium oxalate raphides, with children and animals being the most susceptible to accidental exposure to these plants (Oliveira et al. 2003). Adults are also affected, as several inadvertently inhale, touch, or even ingest these plants without taking proper precautions. Often, they are unable to provide appropriate first aid during a poisoning incident or explain how the exposure occurred. This lack of information ultimately complicates clinical diagnosis when patients arrive at hospitals and health clinics without a clear description of their symptoms, the amount ingested, or even an awareness that their condition is associated with the plant they encountered (Pinillos et al. 2003).

The family Asparagaceae includes 153 genera and approximately 2,500 species of flowering plants, thus exhibiting vast botanical diversity (Petruzzello 2025). This family includes several species of Dracaena, Agave, and Cordyline that produce substances such as saponins and calcium oxalate, as well as certain hypersensitizing agents. In humans, these compounds can cause swelling of the mouth and mucous membranes, alongside respiratory, gastrointestinal, muscular, and ocular reactions. In severe cases, they can lead to kidney problems and fluid and electrolyte imbalances (Bochner et al. 2013). In animals, they act as irritants with

hemolytic potential; ingestion causes localized irritation, excessive salivation, vomiting, diarrhea, loss of appetite, depression, weakness, and ataxia (Siroka 2023). Additionally, contact with the leaf spines of *Agave* species can cause skin injuries.

The Euphorbiaceae family includes approximately 307 genera and 6,900 species (Oliveira et al. 2007). Among these, 1,000 species across 65 genera are found in Brazil. They exhibit a high degree of endemism, accounting for a large percentage of species diversity in the Caatinga biome and reaching peak diversity in the Cerrado, where *Croton* stands out as one of the most diverse genera, with over 300 species (REFLORA 2026). Toxic substances are present in some of its species, such as ricin in the castor bean (*Ricinus communis* L.), phorbol esters in the physic nut (*Jatropha curcas* L.), and a corrosive latex containing phorbains in the crown of thorns (*Euphorbia milii* Des Moul.) (Oliveira et al. 2007).

However, the figures in this study were higher than those reported by researchers who investigated toxic plants in the urban greening of Santarém, Pará. That study identified 10 species containing a toxic principle, totaling 751 individuals, and highlighted Anacardiaceae as the family with the most species (Baumann et al. 2019). A similar pattern was observed in a study from Paraná, which identified 12 toxic species distributed across 10 families and 12 genera; there, Solanaceae was the most represented family, despite featuring just three plant species (Melo et al. 2021). In a survey in Oriximiná, Pará, they found 28 species, highlighting *Allamanda cathartica* as the most frequent (Santos et al. 2021).



Fig. 2 Toxic species found in the floristic composition of public squares in the municipality of Altamira, Pará.

Among the identified toxic plants, the most prominent were *Dracaena trifasciata* (Prain) Mabb. (snake plant), making up 17.2% (87) of the individuals; *Mangifera indica* L. (mango tree, mango) at 12.3% (62); *Agave angustifolia* Haw. (Caribbean agave) at 6.52% (33); *Azadirachta indica* A. Juss. (neem) and *Codiaeum variegatum* (L.) Rumph. ex A. Juss. (croton), both at 5.14% (26); and *Duranta erecta* L. (golden dewdrop) at 4.74% (24) of the individuals considered toxic (Tables 2 and 3).

D. trifasciata and *C. variegatum* are toxic in all their plant parts. The other species possess toxicity in one or more specific parts. For example, the leaves and fruits of *D. erecta* are toxic (Lopes et al. 2009; Espejo et al. 2023); *M. indica* contains toxic substances in its leaves, seeds, and fruits (Campos et al. 2016; Maia and Cavaleiro 2019); *A. angustifolia* contains toxic principles such as a poisonous sap in its leaves, and features spines (Akpan et al. 2024); and *A. indica* is toxic in its leaves, seeds, and pollen, in addition to producing a toxic oil (Rocha et al. 2022).

Table 2 Toxic plants comprising the vegetation of 18 urban public squares in the municipality of Altamira, Pará. Data include family, scientific name, common name, toxic part (TP, where WP = whole plant; LE = leaves; FL = flowers; SE = seeds; RO = roots; FR = fruits; ST = stems; PE = plant exudates [sap and oils]; PO = pollen; and SP = spines), references regarding their toxicity, origin (NA = native; EX = exotic; CUL = cultivated; NAT = naturalized), and number of individuals (NI).

Family	Species / Common Name	TP	References	Origin	NI
Amaryllidaceae	<i>Hippeastrum puniceum</i> (Lam.) Voss. / Amaryllis	WP	Vasconcelos and Ramos 2023; Paiva et al. 2023	NA	8
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L. / Cashew	LE, SE, and FR	Flores et al. 2001; Baumann et al. 2019; Oler et al. 2019	NA	15
	<i>Mangifera indica</i> L. / Mango	FR and LE	Campos et al. 2016; Maia and Cavaleiro 2019	EX	62
Apocynaceae	<i>Allamanda blanchetii</i> A. DC / Purple allamanda	WP	Prado 2025	NA	2
	<i>Allamanda cathartica</i> L. / Yellow allamanda	WP	Bochner et al. 2013; Melo et al. 2024	NA	3
	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G.Don / Madagascar periwinkle	WP	Santos et al. 2022	EX	22
	<i>Plumeria rubra</i> L. / Frangipani	WP	Pedrinho et al. 2020	EX	3
Araceae	<i>Aglonema commutatum</i> Schott / Chinese evergreen	WP	Oler et al. 2019	CUL	15
	<i>Alocasia cucullata</i> (Lour.) G.Don / Elephant ear	WP	Melo et al. 2024	EX	4
	<i>Colocasia gigantea</i> (Blume) Hook.f. / Giant elephant ear	WP	Paopun et al. 2025	NA	6
	<i>Epipremnum pinnatum</i> (L.) Engl. / Pothos	WP	Bochner et al. 2013	EX	8
	<i>Philodendron imbe</i> Schott ex Kunth. / Philodendron	RO	Biondi et al. 2008	NA	18
Arecaceae	<i>Caryota urens</i> L. / Fishtail palm	FR	Espejo et al. 2023	EX	5
Asparagaceae	<i>Agave americana</i> L. / Century plant	LE, PE, and SP	Biondi et al. 2008; Espejo et al. 2023	EX	1
	<i>Agave angustifolia</i> Haw. / Caribbean agave	LE, PE, and SP	Akpan et al. 2024	EX	33
	<i>Cordyline fruticosa</i> (L.) A. Chev. / Ti plant	WP	Oler et al. 2019	CUL	12
	<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl. / Corn plant	WP	Oler et al. 2019	CUL	2
	<i>Dracaena trifasciata</i> (Prain) Mabb. / Snake plant	WP	Bochner et al. 2013	EX	87
Asphodelaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f. / Aloe vera	LE	Vieira and Fernandes 2021; Espejo et al. 2023	EX	1
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch / Oiti	LE	Baumann et al. 2019	NA	18
Commelinaceae	<i>Tradescantia spathacea</i> Sw. /	PE	Conceição et al. 2018	EX	23

	Oyster plant				
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i> subsp. <i>fistulosa</i> (Mart. ex Choisy) D.F. Austin / Bush morning glory	PO and PE	Matos et al. 2011	NA	4
Cycadaceae	<i>Cycas revoluta</i> Thunb. / Sago palm	ST and SE	Espejo et al. 2023	EX	18
Euphorbiaceae	<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Rumph. ex A. Juss. / Croton	WP	Simões and Silva 2023; Silveira et al. 2024	EX	26
	<i>Euphorbia milii</i> Des Moul / Crown of thorns	WP	Bochner et al. 2013; Espejo et al. 2023	EX	1
	<i>Euphorbia tirucalli</i> L. / Pencil cactus	WP	Matos et al. 2011; Bochner et al. 2013	EX	1
	<i>Manihot esculenta</i> Crantz / Cassava	WP	Rocha et al. 2022; Matos et al. 2011	NA	7
	<i>Ricinus communis</i> L. / Castor bean	WP	Matos et al. 2011; Bochner et al. 2013	NAT	1
Leguminosae	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f. / Tonka bean	PE	Baumann et al. 2019	NA	4
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit / White leadtree	LE, PE, and SP	Espejo et al. 2023	EX	18
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> L. / Weeping fig	PE and LE	Espejo et al. 2023	EX	10
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss. / Neem	PO, SE, PE, and LE	Rocha et al. 2022	EX	26
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i> / Bougainvillea	SP and LE	Biondi et al. 2008; Lopes et al. 2009	NA	7
Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i> L. / Golden dewdrop	LE and FR	Lopes et al. 2009; Espejo et al. 2023	NA	24
	<i>Lantana camara</i> L. / Lantana	WP	Matos et al. 2011; Bochner et al. 2013; Espejo et al. 2023	NAT	11

Species distribution across the squares showed that *M. indica* (mango tree) was the most widespread, appearing in approximately 61.1% of the squares and having been cataloged in 11 of these locations. In a prior floristic composition study conducted in the city of Altamira, Pará, researchers found that this species accounted for 8.8% (376) of total individuals, making it the third most common species in the city (Parry et al. 2012). Conversely, in a study of a public square in Barbacena, Minas Gerais, it was found at a frequency of only 4.8% (Dutra et al. 2022). This demonstrates that studies of this nature significantly contribute to our knowledge of toxic species. Additionally, they assist public administrators in managing and creating parks and green spaces that promote responsible and safe landscaping (Moraes et al. 2023). This is particularly important because mango tree leaves contain volatile oils that cause dermatitis (Flores et al. 2001; Campos et al. 2016), and the sap produced by its unripe fruit triggers allergic reactions if ingested (Maia and Cavalheiro 2019; Baumann et al. 2019).

This was followed by *A. angustifolia*, found in seven of the squares (a frequency of 38.9%). Species of the Agave genus are known for the fibers in their leaves and their use in producing alcoholic beverages and nectar-based sweeteners (Petruzzello 2025). However, despite the benefits found in their leaf extracts, they have harmful effects on the kidneys, requiring caution during administration, particularly at high doses for medicinal purposes (Akpan et al. 2024). Additionally, their leaves feature spines and a sap that produces toxic substances, causing allergic reactions upon contact (Albuquerque 1980; Espejo et al. 2023). The sharp, serrated structure of these leaves can easily cause punctures, inflammation, and dermatitis.

Moreover, other unsuitable species, such as *Agave americana* and *Bougainvillea spectabilis*, were identified. These plants also possess spines, prickles, and trichomes that tend to be toxic upon contact with living organisms. These defense mechanisms cause injury if the plants are handled improperly without adequate skin protection, leading to dermatoses similar to those caused by orange trees, lemon trees, bougainvilleas, rose bushes, cacti, pseudo-cacti and euphorbiads (Reis 2010).

This hazard is also present in species such as *Ficus benjamina*, *Euphorbia milii*, and *Euphorbia tirucalli*, which produce a milky, corrosive latex that causes general dermatitis and burns upon contact with the eyes and skin (Blackwell 1990; Biondi et al. 2008). In *F. benjamina*, after the latex evaporates, its allergens bind to particles on the leaves. This can trigger allergic reactions in sensitive individuals, including rhinoconjunctivitis, asthma, angioedema, pruritus, and anaphylactic shock (Lopes et al. 2009; Baumann et al. 2019).

The plants *Dracaena trifasciata* and *Anacardium occidentale* were each observed in six public squares, representing a frequency of approximately 33.3% each. *D. trifasciata* contains calcium oxalate, saponins, and hypersensitizing substances (Bochner et al. 2013). When ingested, these compounds cause excessive salivation, and physical contact with the plant leads to dermatitis (Santos et al. 2019). The species *Anacardium occidentale* contains toxic compounds in its seeds, leaves, stem bark, and fruit that cause skin dermatosis, though the severity of the reaction depends on the amount ingested (Flores et al. 2001).

These plants are toxic owing to the hazardous properties present in their structures, and when ingested, inhaled, or touched, they can cause adverse health effects. Most of these toxic properties can also be found in roots, root and stem bark, stems, seeds, fruits, tubers, bulbs, and even throughout the entire plant, owing to the presence of alkaloids, glycosides, minerals, oxalates, photosensitizing compounds, toxic polypeptides, or amines (Reddy et al. 2024).

Among the identified species, 51.42% are considered exotic to Brazil, 34.29% are native, 4.72% are naturalized, and 8.57% are cultivated. The increasing use of toxic exotic species tends to reduce the cultivation and presence of native species in urban vegetation. It also hinders the public's ability to learn about the proper use, identification, and management of regional flora. This occurs because natural habitats are subjected to human interference across different regions of Brazil, including urban and peri-urban areas, agricultural lands, lakes, ponds, marine terminals, and waterways (Zenni et al. 2024). The same is true for public squares: because many are heavily frequented, local residents often introduce new species without knowing whether they are suitable for these spaces.

Research on toxic plants is essential. First, it helps promote the use of native species, considering that many toxic plants are exotic. Second, it fosters environmental education in schools, universities, and the wider community regarding the selection and cultivation of these species in public and private spaces. Furthermore, it ensures proper education on plant maintenance and care, alongside an understanding of their toxic compounds and their impacts on biodiversity when improperly handled. Finally, this study contributes to taxonomic studies—through morphological, anatomical, and phytochemical analyses of the structures and substances present in these plants—ultimately benefiting public health, the environment, environmental education, and public safety.

Table 3 Phytosociological parameters for the 35 toxic species found in the squares, represented by Absolute Density (AD), Relative Density (RD), Absolute Frequency (AF), Relative Frequency (RF), and the Number of squares in which the species was found (NS).

SPECIES	FAMILY	NI	NS	AD	RD	AF	RF
<i>Agave americana</i> L.	Asparagaceae	1	1	0.13	0.2	5.56	1.19
<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Asparagaceae	33	7	4.18	6.52	38.9	8.33
<i>Aglaonema commutatum</i> Schott	Araceae	15	1	1.9	2.96	5.56	1.19
<i>Allamanda blanchetii</i> A. DC	Apocynaceae	2	1	0.25	0.4	5.56	1.19
<i>Allamanda cathartica</i> L.	Apocynaceae	3	2	0.38	0.59	11.1	2.38
<i>Alocasia cucullata</i> (Lour.) / G.Don	Araceae	4	1	0.51	0.79	5.56	1.19
<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Asphodelaceae	1	1	0.13	0.20	5.56	1.19
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	15	6	1.9	2.96	33.3	7.14
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Meliaceae	26	2	3.30	5.14	11.1	2.38
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Nyctaginaceae	7	2	0.89	1.38	11.1	2.38
<i>Caryota urens</i> L.	Arecaceae	5	1	0.63	0.99	5.56	1.19
<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	Apocynaceae	22	4	2.79	4.35	22.2	4.76
<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Rumph. ex A.Juss.	Euphorbiaceae	26	2	3.3	5.14	11.1	2.38
<i>Colocasia gigantea</i> (Blume) Hook.f.	Araceae	6	1	0.76	1.19	5.56	1.19
<i>Cordyline fruticosa</i> (L.) A.Chev.	Asparagaceae	12	2	1.52	2.37	11.1	2.38
<i>Cycas revoluta</i> Thunb	Cycadaceae	18	4	2.28	3.56	22.2	4.76
<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	Asparagaceae	2	1	0.25	0.4	5.56	1.19
<i>Dracaena trifasciata</i> (Prain) Mabb	Asparagaceae	87	6	11	17.2	33.3	7.14
<i>Duranta erecta</i> L.	Verbenaceae	24	4	3.04	4.74	22.2	4.76
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f.	Leguminosae	4	1	0.51	0.79	5.56	1.19
<i>Euphorbia milii</i> Des Moul.	Euphorbiaceae	1	1	0.13	0.20	5.56	1.19
<i>Euphorbia tirucalli</i> L.	Euphorbiaceae	1	1	0.13	0.20	5.56	1.19
<i>Epipremnum pinnatum</i> (L.) Engl.	Araceae	8	2	1.01	1.58	11.1	2.38
<i>Ficus benjamina</i> L.	Moraceae	10	2	1.27	1.98	11.1	2.38
<i>Hippeastrum puniceum</i> (Lam.) Voss	Amaryllidaceae	8	1	1.01	1.58	5.56	1.19
<i>Ipomoea carnea</i> subsp. <i>fistulosa</i> (Mart. ex Choisy) D.F. Austin	Convolvulaceae	4	1	0.51	0.79	5.56	1.19
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	11	1	1.39	2.17	5.56	1.19
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leguminosae	18	4	2.28	3.56	22.2	4.76
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Chrysobalanaceae	18	3	2.28	3.56	16.7	3.57
<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	62	11	7.86	12.3	61.1	13.1
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	7	2	0.89	1.38	11.1	2.38
<i>Philodendron imbe</i> Schott ex Kunth.	Araceae	18	1	2.28	3.56	5.56	1.19
<i>Plumeria rubra</i> L.	Apocynaceae	3	1	0.38	0.59	5.56	1.19
<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	1	1	0.13	0.2	5.56	1.19
<i>Tradescantia spathacea</i> Sw.	Commelinaceae	23	2	2.92	4.55	11.1	2.38

Phytosociological analysis of the squares

Diversity was analyzed individually for each square, ranging from 1 to 18 toxic species, with Shannon diversity index (H') values for toxic plants varying from 0,69 to 1,84. Higher values for this index indicate greater species richness and a more uniform distribution within communities (Wang et al. 2024). This is evident in Cais do Porto Square, which exhibited the highest diversity value for toxic plants ($H' = 1,84$), whereas the Brasília, Lagoa, Pio XII, and Dom Eurico Krautler squares showed (0,69) de species diversity. Although biodiversity conservation is heavily influenced by urban greening (Santos et al. 2025), the proliferation of toxic species in public squares has become common. Many people who frequent these spaces plant species solely for aesthetic purposes, without adequate knowledge of these species.

The highest Simpson index (1-D) values—where an increase is associated with a decrease in diversity (Lima Neto et al. 2021)—were observed in three squares: Praça do Cais do Porto (0,72), Praça do Independente II (0,71), and Praça da Independência (0,70). The number of species within a public square is crucial for environmental balance; however, when accompanied by a high diversity of toxic species, it becomes essential to disseminate knowledge about their characteristics and how they adapt to these environments, as raising public awareness about these plants can help prevent potential accidents. Preventive measures to reduce the risk of poisoning can begin with the identification of potentially toxic plants in squares and gardens (Fracaro et al. 2021). Once identified, these species must be evaluated for their toxicity, paying close attention to which specific plant structures are toxic and exactly where the plant is situated.

For existing species that do not pose an imminent danger, installing identification signs is suggested to inform the public about their toxic parts and the symptoms they can cause. For plants considered hazardous, relocating them to areas inaccessible to children and animals is recommended (Biondi et al. 2008; Vasconcelos et al. 2009).

Pielou's evenness index (J') indicated a highly uniform distribution of toxic species in Praça do Estudante ($J' = 0,92$) and Praça do Cemitério (0,94). Ten other squares showed a moderate distribution of these species, resulting in a balanced environment with values ranging from 0.6 to 0,79. Praça da Cultura and Praça da Bíblia exhibited moderate evenness, at 0,77 and 0,80, respectively. The proper selection of plants for new urban green spaces should contribute to urban biodiversity (Berthon et al. 2021; Melo et al., 2024). Nevertheless, the toxic ornamental species already present in these squares must be used and handled with caution, or even replaced with alternative species that pose no risk to people or animals (Dutra et al. 2022).

Considering all squares together, the overall H' value was (21,04), a finding corroborated by a Simpson index (1-D) of 8.51. Pielou's evenness ($J' = 11.2$) indicated that individuals are uniformly distributed both among the species and across the squares. However, these indices are substantially higher than those reported in a similar study conducted in the municipality of Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, which found an H' value of 2.4594 (Maia and Cavalheiro 2019).

Table 4 Phytosociological parameters of toxic species in public squares in the city of Altamira, Pará. Represented by species richness (S), Shannon diversity (H'), Simpson diversity (1-D), and Pielou's evenness (J').

Names of the Squares	S	H'	1-D	J'
Anel Viário Square	5	1,34	0,67	0,75
Bible Square	2	0,88	0,55	0,80
Brasília Square	1	0,69	0,5	1
Cais do Porto Square	15	1,84	0,72	0,66
Cemetery Square	2	1,03	0,62	0,94
Lúcio Mauro Cinema Square	4	1,23	0,65	0,76
Culture Square	3	1,07	0,61	0,77
Student Square	2	1,01	0,61	0,92
Dom Eurico Krautler Square	1	0,69	0,5	1
Glauco Meirelles Square	7	1,53	0,70	0,74
Independence Square	18	1,78	0,70	0,60
Independente II Square	10	1,70	0,71	0,71
Lagoon Square	1	0,69	0,5	1
Lookout Square	3	1,10	0,62	0,79
Peace Square	4	1,24	0,66	0,77
Pius XII Square	1	0,69	0,5	1
Senai Square	4	1,22	0,65	0,76
Ulisses Guimarães Square	4	1,3	0,66	0,81

Botanical research has grown in Brazil and worldwide, driven by both general interest and the need to understand the chemical compounds present in these plants to improve quality of life and well-being (Vasconcelos and Ramos 2023). The same applies to toxic plants, as many discoveries in this field have benefited the medical sector through the therapeutic use of plants, as well as the pharmaceutical industry in the manufacture of herbal medicines, in addition to applications in agriculture and other food-related sectors.

In other squares, such as Pio XII, Lagoa, Brasília, and Dom Eurico Krautler, no species diversity was observed, as only a single toxic species was found at each location. This is an important finding, as it indicates a greater level of caution in the selection and management of plants in these areas. Although the presence of vegetation in public spaces is highly important, careful planning in species selection and planning remains essential. Such planning should consider plant characteristics, local climate and soil conditions, and the animal species that depend on these environments for habitat.

CONCLUSION

This study highlights that the establishment and maintenance of vegetation in urban squares present significant challenges, often associated with inappropriate species selection. Poor choices in plant species can lead to structural and environmental problems, as well as potential public health risks, particularly when toxic plants are involved.

Therefore, understanding plant characteristics—including their origin, structure, morphology, management requirements, and potential toxicity—is essential for safe urban greening. Accurate identification prevents poisoning incidents and contributes to the preservation of the urban ecosystem. Ultimately, this

knowledge supports environmental balance, improves the population's quality of life, and promotes environmental education regarding the proper care and management of these public spaces.

REFERENCES

- Aguiar A, Veiga V J (2021) O jardim venenoso: a química por trás das intoxicações domésticas por plantas ornamentais [The poisonous garden: the chemistry behind domestic poisonings by ornamental plants]. Quím Nova. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170746>
- Akpan JL, Wokota PN, Ohadoma SC, Onwudiwe TC, Okoroama CE, Iganga ON, Nwokike MO, Akuodor GC (2024) Evaluation of nephrotoxicity effects of the methanol leaf extract of *A. angustifolia* in Wistar rats. Int J Basic Clin Pharmacol 13:307-314. <https://doi.org/10.18203/2319-2003.ijbcp20240984>
- Albuquerque JM (1980) Plantas tóxicas: no jardim e no campo [Toxic plants: in the garden and in the field]. Belém-Pará, Brazil
- Alves LP, Costa JAS, Costa CBN (2023) Arborização urbana dominada por espécies exóticas em um país megadiverso: falta de planejamento ou desconhecimento? [Urban greening dominated by exotic species in a megadiverse country: lack of planning or lack of knowledge?]. Revista Brasileira de Geografia Física. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.3.p1304-1375>
- Barioni, ED, Profeta, G (2021) O livro das intoxicações: educação para a prevenção de acidentes [The book of poisonings: education for accident prevention]. Sorocaba, São Paulo
- Baumann SSR, Brígida CAS, Silva JBS, Lima PS, Rabelo LKL, Pires EC, Maestri MP, Aquino MGC (2019) Espécies arbóreas tóxicas presentes na arborização urbana do município de Santarém, Pará [Toxic tree species present in the urban greening of the municipality of Santarém, Pará]. Rev Ibero-Am Ciênc Ambient. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.003.0029>
- Berthon K, Thomas F, Bekessy S (2021) The role of 'nativeness' in urban greening to support animal biodiversity. Landsc Urban Plann <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103959>
- Biondi D, Leal L, Schaffer M (2008). Aspectos importantes das plantas ornamentais em escolas públicas estaduais da cidade de Curitiba, PR [Important aspects of ornamental plants in state public schools in the city of Curitiba, Paraná]. Rev Bras Ciênc Agrár. <https://doi.org/10.5039/agraria.v3i3a325>
- Blackwell WH (1990) Poisonous and medicinal plants. New Jersey, United States
- Blum CT, Borgo M, Sampaio ACF (2019) Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR [Invasive exotic species among street trees along public roads in Maringá-PR]. Rev Soc Bras Arborização Urbana. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v3i2.66347>
- Bochner R, Fizon JT, Assis MA (2013) Plantas tóxicas ao alcance de crianças: transformando risco em informação [Toxic plants within children's reach: transforming risk into information]. Rio de Janeiro, Brazil.
- Braga KC, Giese SS, Parry SM (2017) Levantamento de plantas tóxicas em escolas urbanas de Ensino Fundamental do município de Altamira-Pará [Survey of toxic plants in urban elementary schools in the municipality of Altamira-Pará]. Biota Amazônia. <https://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v7n2p53-58>
- Campos SC, Silva CG, Campana, PRV, Almeida VL (2016) Toxicidade de espécies vegetais [Toxicity of plant species]. Rev Bras Plant Med. https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_057
- Centro de referência em informação ambiental – CRIA speciesLink: Sistema de Informação Distribuído para Coleções [speciesLink: Distributed Information System for Collections]. <https://splink.cria.org.br>. Accessed on November 10, 2025

Centro de Informações Toxicológicas de Belém – CIT [Toxicological Information Center of Belém – CIT]. <https://prefeitura.belem.pa.gov.br/areas/cit-centro-de-informacoes-toxicologicas>. Accessed on February 5, 2025

Cola E, Nobre SCM, Farias DS, Silva LG, Pinto AVF, Lins CF, Brandão S (2019) Fitossociologia e síndrome de dispersão em um trecho de floresta atlântica, em Paulista –PE [Phytosociology and dispersal syndrome in a patc of Atlantic forest in Paulista –Pernambuco]. Agropecuária Científica no Semiárido. <https://doi.org/10.30969/acsa.v15i3.1181>

Conceição JL, Silva EH, Ribeiro WS, Guimarães AF, Silva EO (2018) Conhecimento sobre plantas tóxicas em escolas municipais de Codó-Ma, Brasil [Knowledge about toxic plants in municipal schools in Codó-Maranhão, Brazil]. Encicl Biosf. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2018B82

Dutra VSV, Silva LM, Borgo AL, Oliveira JEZb (2022) Plantas ornamentais tóxicas na praça conde de prados, Barbacena/MG [Toxic ornamental plants in praça Conde de Prados, Barbacena/Minas Gerais]. in: Científica Digital, E. (Ed.), Open Science Research V. Editora Científica Digital, pp. 251–256. <https://doi.org/10.37885/220809708>

Espejo GD, Martínez MPT, Castro CO (2023) Guía de la Flora Ornamental Del Campus de Elche de la Universidad Miguel Hernández 1:3-260. ISSN: 978-8418177576

Felippe BM; Bolzan MR, Eugenio FC, Bobrowski R (2022) Análises diretivas para o processo de gestão da arborização de calçadas em São Pedro do Sul, RS [Directive analyses for the sidewalk tree management process in São Pedro do Sul, Rio Grande do Sul]. Ciênc Florest. <https://doi.org/10.5902/1980509866158>

Flora do Brasil [Flora of Brazil]. Jardim Botânico do Rio de Janeiro – REFLORA. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Accessed on November 16, 2025

Flores JS, Canto-Aviles GCO, Flores-Serrano AG (2001) Plantas de la flora yucatanense que provocan alguna toxicidad en el humano [Plants native to Yucatán that cause toxicity in humans]. Rev Bioméd. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v12i2.261>

Fracaro CC, Bononia VLR, Pedrinho DR, Bono JAM, Matiasa R, Nascimento GCZ, Lopes CS (2021) Ocorrência de casos de intoxicação por plantas ornamentais tóxicas no estado de Mato Grosso do Sul [Occurrence of poisoning cases by toxic ornamental plants in the state of Mato Grosso do Sul]. Ensaios Ciênc. <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2021v25n2p186-194>

Freitas JG, Gomes VGN, Flores LNP, Batista FRC (2021) Coleta de Material Botânico Guia Prático [Botanical Material Collection Practical Guide]. Campina Grande, Paraíba: INSA. ISSN: 978-65-00-29463-7

Hamada MOS, Mendes FJC (2023) Influência da arborização urbana no microclima na cidade de Altamira – PA [Influence of urban greening on the microclimate in the city of Altamira – Pará]. Rev Foco. <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n2-184>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022) Censo demográfico do Município de Altamira – PA do ano de 2022 [Demographic census of the Municipality of Altamira – PA for the year 2022]. www.ibge.gov.br/cidade-e-estados/pa/altamira.html. Accessed on June 10, 2025

Instituto Hórus. Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras [National Database of Invasive Exotic Species]. <https://bd.institutohorus.org.br/>. Accessed on October 16, 2025

Martins FR (1991) Estrutura de uma floresta mesófila [Structure of a mesophytic forest]. Campinas: Ed. UNICAMP-SP. ISSN: 978-8526801783

Ministério Público do Estado do Pará - MPPA Plano Municipal de Arborização Urbana de Altamira: MPPA [Urban Greening Municipal Plan of Altamira: MPPA] (2022) <https://altamira.pa.leg.br/wp->

[content/uploads/2022/04/PL-087-Institu-o-Plano-Municipal-de-Arboricao-Urbana....pdf](#). Accessed on March 6, 2025

Lima I (2020) Áreas verdes urbanas e os rios de Teresina, Piauí, Brasil [Urban green areas and the rivers of Teresina, Piauí, Brazil]. *Rev Acad Ciênc Piauí*. <https://doi.org/10.29327/261865.1.1-8>

Lima Neto EM, Biondi D, Pinheiro FAP, Condé TM, Dias L, Gonçalves MPM (2021) Índices ecológicos para a gestão da arborização de ruas de Boa Vista-RR [Ecological indices for the management of street trees in Boa Vista-Roraima]. *Revista SBAU* 5:21-34. electronic ISSN 1980-7694

Lopes RK, Ritter MR, Rates SMK (2009) Revisão das atividades biológicas e toxicidade das plantas ornamentais mais utilizadas no Rio Grande do Sul, Brasil [Review of the biological activities and toxicity of the most used ornamental plants in Rio Grande do Sul, Brazil]. *Rev Bras Biociênc*. <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/114882>. Accessed on January 25, 2025

Maia SGC, Cavalheiro AP (2019) Plantas tóxicas ocorrentes nos domicílios da região de fronteira Brasil/Paraguai [Toxic plants occurring in households in the Brazil/Paraguay border region]. *Ethnoscintia*. <http://dx.doi.org/10.18542/ethnoscintia.v0i0.10256>

Matos FJA, Lorenzi H, Santos LFL, Matos MEO, Silva MGV, Sousa MP (2011) Plantas tóxicas: estudo de fitotoxicologia química de plantas brasileiras [Toxic plants: chemical phytotoxicology of Brazilian plants]. Nova Odessa, SP, Brazil

Melo AS, Nunes MG, Imig DC (2021) Plantas tóxicas do parque municipal do Iguaçu, Paraná, Brasil [Toxic plants of the Iguaçu municipal park, Paraná, Brazil]. *Rev Uniandrade*. <http://dx.doi.org/10.18024/1519-5694/revuniandrade.v22n1p-48-61>

Melo WS, Botelho IM, Ferreira AB, Souza JKM, Silva CG, Silva JG (2024). Alienígenas em Rio Branco, Acre: plantas ornamentais no paisagismo da Universidade Federal do Acre [Aliens in Rio Branco, Acre: ornamental plants in the landscaping of the Federal University of Acre]. *Scientia Naturalis*. <https://doi.org/10.29327/269504.6.1-23>.

Moraes CTP, Santos FS, Guimarães RP, Crispim GS, Carvalho AB (2023) Riscos associados à utilização de plantas venenosas da família Araceae na ornamentação de casas e jardins públicos [Risks associated with the use of poisonous plants of the family Araceae in the decoration of houses and landscaping of public gardens]. *Cuad Educ Desarro*. 15:14552-14574. <https://doi.org/10.55905/cuadv15n11-085>

Missouri Botanical Garden – MOBOT (2025) Lista das espécies da Flora com suas nomenclaturas [List of Flora species with their nomenclatures]. <http://www.tropicos.org.br>. Accessed on June 14, 2025.

Museu da Amazônia – MUSA. Diversidade de aráceas [Diversity of aroids] (2022). <https://museudaamazonia.org.br/diversidade-de-araceas>. Accessed on September 10, 2025.

Oler JRL, Amorozo MCDM, Monteiro R, Butturi-Gomes D (2019) Etnobotânica de plantas tóxicas como subsídio para campanhas de prevenção de acidentes: um estudo de caso em Cananéia [Ethnobotany of toxic plants as the basis for accident prevention campaigns: a case study in Cananéia]. *Sci. Plena*. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2019.111201>

Oliveira RB, Godoy SAP, Costa FB (2003) Plantas Tóxicas: Conhecimento e prevenção de acidentes [Toxic Plants: Knowledge and accident prevention]. Ribeirão Preto, São Paulo

Oliveira RB, Gimenez VMM, Godoy SAP (2007) Intoxicações com Espécies da Família Euphorbiaceae [Poisonings with Species of the Euphorbiaceae Family]. *Rev Bras Biociênc* 5:69-71. <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/115812>. Accessed on December 10, 2025.

POSIT SOFTWARE (2025) RStudio: Integrated Development Environment for R. Boston: Posit Software. <https://www.posit.co>. Accessed on December 10, 2025.

Paiva MJM, Nascimento GNI, Damasceno IAM, Santos TT, Silveira D (2023) Pharmacological and toxicological effects of Amaryllidaceae. *Braz J Biol* 83:1-16. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.277092>

Paopun Y, Thanomchat P, Kronburee N (2025) Anatomical Characteristics of Leaf and Petiole and Presence of Calcium Oxalate Crystals in Giant Elephant Ear (*Colocasia gigantea* (Blume) Hook. f.). *Chiang Mai J Sci.* 52: 1-12. <https://doi.org/10.12982/CMJS.2025.016>

Parry, MM, Silva MM, Sena IS, Oliveira FPM (2012) Composição florística da arborização da cidade de Altamira, Pará [Floristic composition of the urban forest in the city of Altamira, Pará]. RSBAU. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v7i1.66550>

Pedrinho DR, Matias R, Vieira SCH (2020) Boletim Técnico: Plantas Ornamentais Tóxicas [Technical Bulletin: Toxic Ornamental Plants]. Editora Científica. <https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/32611/1/Boletim%20-%20Plantas%20Ornamentais.pdf>. Accessed on December 5, 2025

Petruzzello, M. Lista de plantas da família Asparagaceae [List of plants in the Asparagaceae family] (2025) <https://www.britannica.com/plant/list-of-plants-in-the-family-Asparagaceae-2075378>. Accessed on November 5, 2025

Pinillos MA, Gómez J, Elizalde J, Dueñas A (2003) Intoxicación por alimentos, plantas y setas [Poisoning by foodstuffs, plants and mushrooms]. *An Sist Sanit Navar* 26: 243-263. ISSN 1137-6627

Prado BIW (2025) Substituindo as Espécies Venenosas do Jardim [Replacing Poisonous Species in the Garden]. Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual Maranhão <https://www.arquitetura.uema.br/substituindo-as-especies-venenosas-do-jardim/>. Accessed on December 14, 2025

R Core Team (2025) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>. Accessed on December 10, 2025

Reis, VMDS (2010) Dermatoses provocadas por plantas (fitodermatoses) [Dermatoses caused by plants (phytodermatoses)]. *An Bras Dermatol.* <https://doi.org/10.1590/S0365-05962010000400009>

Reddy BRB, Malleswari K, Maneesha S (2024) Poisons Plants. *Int J Res Appl Sci Eng Technol.* 12:563-568. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.58266>

Rocha AKA, Soares FP, Romeu GA, Albuquerque PLMM (2022). Manual de intoxicações por plantas [Plant poisoning manual]. <https://doi.org/10.51859/AMPLLA.MIP624.1122-0>

Santos EM, Gomes KM, Maior LPS, Trajano LQC, Fonseca AS, Rocha TJM, Santos AF (2019) Perfil dos casos de intoxicação por plantas em humanos no estado de Alagoas [Profile of plant poisoning cases in humans in the state of Alagoas]. *Diversitas J.* <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v4i1.627>

Santos BFB, Souza LZF, Borges JPA, Gadelha MAC, Pardal PPO (2021) Intoxicação por plantas no Estado do Pará, Brasil. *Revista Fitos* 15:78-83. <https://doi.org/10.32712/2446-4775.2021.857>

Santos EB, Nogueira FM, Talgatti DM (2021) Plant Species Composition and the Perception of the Afforestation in Urban Public Green Spaces in a Municipality in Eastern Brazilian Amazon. Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su131810332>

Santos AF, Santos LT, Nascimento MP, Oliveira EL, Ribeiro TG, Pereira FD, Lima GA, Gonçalves WT, Rocha MI, Feitosa TKM, Tavares SGS, Figueroa MEV, Pereira GG (2022) Revisão de três espécies medicinais e ornamentais da família Apocynaceae Juss. [Review of three medicinal and ornamental species of the family Apocynaceae Juss.]. *Res Soc Dev.* <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.24876>

Santos GP, Araújo GBF, Papke H, Silveira DD, Souza HC, Rosa GO (2025) A importância da arborização urbana e seus desafios para a implantação de qualidade [The importance of urban greening and its challenges for quality implementation]. *Braz J Dev.* <https://doi.org/10.34117/bjdv11n2-060>.

Sena SB, Rocha CLD, Santana DAO, Aguiar LR, Souza ACR (2016) Plantas Tóxicas: análise in loco da existência no bairro Areal em Porto Velho - RO [Toxic Plants: in situ analysis of their presence in the Areal neighborhood in Porto Velho - Rondônia]. *Rev Saber Cient.* ISSN: 1982-792X

Silveira DA, Piveta JM, Pavilak GA, Moreira AP, Croffi MLVA, Assis MMQ (2024) Diálise peritoneal na reversão da lesão renal aguda causada pela intoxicação por ingestão de *Codiaeum variegatum* em cão - relato de caso [Peritoneal dialysis in the reversal of acute kidney injury caused by *Codiaeum variegatum* ingestion poisoning in a dog - case report]. *Obs econ latinoam.* <https://doi.org/10.55905/oelv22n11-194>

Simões DF, Silva FQM (2023) Comparative study of the presence of toxic and medicinal plants in public squares of Riacho Fundo i – DF. *Int J Biol Nat Sci* 3: 2-12. <https://doi.org/10.22533/at.ed.813392322094>

Siroka Z (2023) Toxicity of House Plants to Pet Animals. *Toxins (Basel)* 15:1-25. <https://doi.org/10.3390/toxins15050346>

Sistema nacional de informações tóxico-farmacológicas – SINITOX [National System of Toxic-Pharmacological Information – SINITOX] (2020) <https://sinitox.iciet.fiocruz.br/dados-nacionais>. Accessed on January 3, 2025

Teixeira JBP, Lima AA (2011) Plantas ornamentais tóxicas: prevenção de acidentes [Toxic ornamental plants: accident prevention].

The angiosperm phylogeny group – APG (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot J Linn Soc.* <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.

Vasconcelos HMBD, Ramos ABB (2023) Conscientização sobre plantas ornamentais tóxicas através de redes sociais [Awareness about toxic ornamental plants through social media]. *Int J Educ Teach.* <https://doi.org/10.31692/2526-7701.XCOINTERPDVL.0297>

Vasconcelos J, Vieira JGP, Vieira EPP (2009) Plantas Tóxicas: Conhecer para Prevenir [Toxic Plants: Knowing to Prevent]. *Revista Científica da Universidade Federal do Pará* 07:1-10. <http://www.gege.agrarias.ufpr.br/plantastoxicass/textos/euphorbia%20mili.pdf>. Accessed on December 5, 2025

Vieira EOG, Fernandes RMT (2021) Efeitos tóxicos de plantas medicinais comercializadas in natura no Município de São Luís/MA: uma revisão de literatura [Toxic effects of medicinal plants sold fresh in the Municipality of São Luís/Maranhão: a literature review]. *Res Soc Dev.* 10:1-10 <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.

Wang S, Cheng W, Tan H, Guo B, Han X, Wu C, Yang D (2024) Study on Diversity of Poisonous Weeds in Grassland of the Ili Region in Xinjiang. *Agronomy.* 14:1-12. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020330>

Zenni RD, Brito MFG, Creed JC, Antar GM, Fabricante JR, Silva-Forsberg MC, Futada SM, Macêdo RL, Pelicice FM, Petry AC, Santos GS, Santos SA, Vieira LM, Zequi JAC (2024) Status e tendências sobre espécies exóticas invasoras no Brasil [Status and trends on invasive exotic species in Brazil], in: Dechoum (ed) Relatório temático sobre espécies exóticas invasoras, biodiversidade e serviços ecossistêmicos [Thematic report on invasive exotic species, biodiversity, and ecosystem services], editora Cubo, São Carlos, SP, Brazil, pp 49–91. <https://doi.org/10.4322/978-65-00-87228-6.cap2>

Este capítulo está formatado nas normas da revista Brasileira de Farmacognosia, disponível em: <https://link.springer.com/journal/43450>

Artigo 2

CAPÍTULO II - ANÁLISE ANATÔMICA E HISTOQUÍMICA FOLIAR DE ESPÉCIES TÓXICAS PRESENTES NA ARBORIZAÇÃO URBANA DE PRAÇAS DE ALTAMIRA-PA.

ANÁLISE ANATÔMICA E HISTOQUÍMICA FOLIAR DE ESPÉCIES TÓXICAS PRESENTES NA ARBORIZAÇÃO DE PRAÇAS DE ALTAMIRA-PA

Kelly da Costa Braga¹, Alisson Rodrigo Souza Reis², Juliana Livian Lima de Abreu dos Santos³

¹ Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação. Campus Universitário de Altamira. Universidade Federal do Pará. Rua Coronel José Porfírio, 2515. São Sebastião. CEP 68372-040. Altamira/PA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1682-6900>. E-mail: kelly_atm_80@hotmail.com

² Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação. Campus Universitário de Altamira. Universidade Federal do Pará. Rua Coronel José Porfírio, 2515. São Sebastião. CEP 68372-040. Altamira/PA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7182-4814>

³ Faculdade de Engenharia Florestal. Campus Universitário de Altamira. Universidade Federal do Pará. Rua Coronel José Porfírio, 2515. São Sebastião. CEP 68372-040. Altamira/PA, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7295-7889>

RESUMO

Plantas tóxicas causam alterações nos seres vivos devido a compostos químicos presentes em sua constituição, e pesquisas sobre a anatomia e histoquímica foliar dessas espécies são fundamentais para entender sua morfologia e composição, assim como na escolha de plantas a serem utilizadas na arborização urbana local. A pesquisa teve como objetivo descrever a anatomia e histoquímica foliar de espécies tóxicas mais frequentes nas praças da cidade de Altamira no Pará, com o intuito de identificar e localizar as principais estruturas secretoras de substâncias tóxicas. As espécies analisadas foram *Agave angustifolia*, *Catharanthus roseus*, *Duranta erecta*, *Ficus benjamina* e *Mangifera indica*, coletadas em duas praças com maior ocorrência de plantas tóxicas. Foram aplicadas técnicas de anatomia e histoquímica foliar, incluindo cortes, coloração, montagem de lâminas e observação microscópica para análise estrutural e identificação de compostos. Os resultados mostraram predominância de células epidérmicas poligonais e isodiamétricas, além de epiderme com cutícula espessa, característica associada à resistência ambiental. Observou-se também a presença de estômatos hipostomáticos, tricomas, cistólitos e mesófilo dorsiventral organizado na maioria das espécies. Nos testes histoquímicos, foram identificados lipídios, lignina, celulose, compostos fenólicos e amido em todas as espécies, além de alcaloides e oxalato de cálcio em algumas delas, indicando potencial tóxico. Os resultados contribuem para estudos morfológicos e taxonômicos, auxiliam na compreensão da adaptação das plantas a diferentes ambientes e estresse, assim como a sua relevância para a arborização urbana, prevenindo casos de intoxicações, destacando o potencial dessas espécies para aplicações farmacológicas e medicinais.

Palavras-chave: Plantas tóxicas; Praças; Testes histoquímicos; Anatomia foliar; Estrutura interna; substâncias ergásticas.

ABSTRACT

Toxic plants cause changes in living organisms due to the chemical compounds present in their composition, and research on the anatomy and leaf histochemistry of these species is essential for understanding their morphology and composition, as well as for selecting plants to be used in local urban afforestation. The objective of this study was to describe the leaf anatomy and histochemistry of the most common toxic species found in public squares in the city of Altamira, Pará, with the aim of identifying and locating the main structures that secrete toxic substances. The species analyzed were *Agave angustifolia*, *Catharanthus roseus*, *Duranta erecta*, *Ficus benjamina*, and *Mangifera indica*, collected from two public squares with the highest occurrence of toxic plants. Leaf anatomy and histochemistry techniques were applied, including sectioning, staining, slide preparation, and microscopic observation for structural analysis and compound identification. The results showed a predominance of polygonal and isodiametric epidermal cells, as well as an epidermis with a thick cuticle, a characteristic associated with environmental resistance. The presence of hypostomatic stomata, trichomes, cystoliths, and dorsiventral mesophyll organization was also observed in most species. In

histochemical tests, lipids, lignin, cellulose, phenolic compounds, and starch were identified in all species, in addition to alkaloids and calcium oxalate in some of them, indicating toxic potential. The results contribute to morphological and taxonomic studies, aid in understanding plant adaptation to different environments and stress, as well as their relevance for urban afforestation, preventing cases of poisoning, and highlighting the potential of these species for pharmacological and medicinal applications.

Keywords: Toxic plants; Public squares; Histochemical tests; Leaf anatomy; Internal structure; Ergastic substances.

INTRODUÇÃO

As plantas tóxicas são espécies responsáveis por causar alterações ao organismo dos seres vivos, e essas modificações são decorrentes de substâncias ativas presentes em suas estruturas (Braga et al. 2017). Elas são responsáveis por mudanças no metabolismo dos seres vivos como intoxicações, alergias, irritações, convulsões e, em casos mais graves, a morte (Vasconcelos et al. 2009; Feio et al. 2021; Simões e Silva 2023).

Essas espécies se tornaram tóxicas ao longo de sua evolução e adaptação em diferentes locais e passaram a produzir compostos químicos capazes de causar alterações no organismo dos seres vivos. Para Ceccantini (2023), esses venenos, aqui tratados como compostos químicos, são características evolutivas das plantas. Muitas dessas substâncias são utilizadas como meio de defesa contra herbívoros e fitopatógenos, porém estão relacionadas a reações adversas por ingestão, inalação ou contato.

Geralmente, essas reações ocorrem devido aos incidentes com a utilização de espécies tóxicas na vegetação urbana, o que tem sido comum, pois muitas delas são plantadas de maneira aleatória, sem nenhuma preocupação, divulgação ou cuidados com esses vegetais em praças. Esse problema decorre da falta de habilidade humana para identificar características botânicas, pois muitas delas exigem tempo, são arbitrarias e podem não ser úteis (Soumya et al. 2024).

Na cidade de Altamira, no Pará, o que predomina é a Floresta Amazônica, porém muitas espécies exóticas também têm sido cultivadas em locais públicos, e há uma grande variedade de espécies desconhecidas quanto às suas estruturas e quanto aos cuidados com a sua utilização nesses locais.

As cinco espécies tóxicas mais predominantes e encontradas nas praças do município foram *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), *Agave angustifolia* Haw. (Asparagaceae), *Duranta erecta* L. (Verbenaceae), *Catharanthus roseus* (L.) (Apocynaceae) e *Ficus benjamina* L. (Moraceae). São espécies consideradas exóticas, porém são cultivadas naturalmente em várias regiões do Brasil (REFLORA 2025).

A espécie *M. indica* L. (mangueira), pertencente à família Anacardiaceae, apresenta em suas folhas óleos voláteis, responsáveis por causar dermatites quando em contato (Flores et al. 2001; Campos et al. 2016), e quando o seu fruto verde produz uma seiva que causa alergia quando é ingerido (Maia e Cavalheiro 2019).

Agave angustifolia Haw., popularmente conhecida como Piteira-do-caribe, pertencente à família Asparagaceae, é uma espécie que possui espinhos em suas folhas e esses têm sido causadores de dermatoses (Espejo et al. 2023). A *Duranta erecta* L. (Pingo-de-ouro), da família Verbenaceae, apresenta frutos com esteroides, um tipo de princípio tóxico que causa febre, taquicardia, convulsões, gastroenterites e, em casos mais graves, a morte (Winters 2000; Oliveira e Pasin 2017).

A *Catharanthus roseus* (L.) G. Don (vinca), pertencente à família Apocynaceae, é um vegetal de grande importância medicinal, devido à sua abundância em alcaloides (Santos et al. 2009), porém possui toxicidade em todo o vegetal, devido a grande quantidade de alcaloides tóxicos, como vimblastina e

vincristina, que quando em excesso no organismos dos indivíduos causam diarreias e náuseas (Santos et al. 2022). Por fim, a *Ficus benjamina* L. (ficus-benjamina), da família Moraceae, é amplamente cultivada como planta ornamental em ambientes urbanos. Apesar disso, é uma espécie que possui um látex que causa irritação cutânea em pessoas sensíveis e rinoconjuntivite quando em contato com os olhos (Lopes et al. 2009; Baumann et al. 2019).

O estudo da anatomia dessas espécies é de grande importância no processo de toxicidade, pois, com a sua descrição, suas funções e o conhecimento das características dos tecidos presentes nas estruturas desses vegetais, é determinante para a identificação de substâncias tóxicas que foi ingerida, inalada ou que esteve em contato com indivíduo, sendo fundamental para a obtenção do diagnóstico e tratamento do paciente.

Para Evert (2006), o conhecimento sobre a estrutura e o desenvolvimento das células e tecidos das plantas é fundamental para sua interpretação funcional, podendo ocorrer por meio da fotossíntese, do fluxo de água, do transporte de alimento ou da absorção de água e sais minerais pelas raízes. Pesquisas sobre estruturas secretoras e sobre as substâncias que elas secretam auxiliam quanto à compreensão de seu funcionamento, defesa e adaptação ao meio ambiente. Para Fahn (1979), elas podem ser formadas individualmente ou em conjunto, produzindo, armazenando e liberando de diversos tipos de substâncias, definidas como secreções.

Além disso, elas possuem grande importância taxonômica, e a sua distribuição limitada possui um valor diagnóstico importante (Metcalf e Chalk 1950; Fahn 1979; Milan et al. 2006). Como acontece com as estruturas foliares: ductos, cavidades, idioblastos, laticíferos, hidatódios, nectários extraflorais, tricomas e os apêndices glandulares (Milan et al. 2006). As substâncias secretadas por essas estruturas podem ter várias composições, como água, soluções salinas, enzimas e metabólitos secundários, como néctar, látex e óleos essenciais, podendo apresentar a predominância de uma ou mais substâncias (Castro e Machado 2006).

A anatomia foliar busca compreender e relacionar as diversas estruturas internas dos vegetais às suas funções (Lima e Garcia 2011; Pereira 2013; Silva et al. 2023). Dentro da anatomia, a análise histoquímica visa identificar as substâncias metabólicas de diferentes naturezas, por meio da reação entre o vegetal e o reagente, com o uso de testes histoquímicos. Eles possuem o propósito de auxiliar na correta classificação taxonômica, nos aspectos filogenéticos e na disseminação do conhecimento quanto às diferentes adaptações dos vegetais em diferentes ambientes (Silva et al. 2025). Deste modo, o presente estudo objetiva descrever a anatomia e histoquímica foliar de espécies tóxicas mais frequentes nas praças da cidade de Altamira no Pará, com o intuito de identificar e localizar as principais estruturas secretoras de substâncias tóxicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo e as espécies utilizadas

Foi realizado um levantamento de composição de espécies tóxicas em 18 praças da cidade de Altamira-PA, localizada entre as coordenadas geográficas 3° 11' 41" no Sul e 52° 12' 33" no Oeste, a 512 km da capital Belém (Hamada e Mendes 2023), e foram encontrados 506 indivíduos considerados tóxicos; esses estão distribuídos em 35 espécies e 31 gêneros pertencentes a 17 famílias. Dessas 35 espécies, foram utilizadas apenas cinco para esse estudo. Esses vegetais foram selecionados de acordo com sua predominância nas praças e de

diferentes famílias botânicas para uma análise de diversidade vegetal, e as praças foram escolhidas por serem as que mais apresentaram espécies tóxicas (Tabela 1).

Tabela 1: Espécies tóxicas mais frequentes em praças da cidade de Altamira-PA, utilizadas para anatomia e histoquímica foliar

Espécies/Família	PT	Referência	Local	Área m ²	Localização
<i>Duranta erecta</i> L./ Verbenaceae	FL e FR	Lopes et al. 2009/ Espejo et al. 2023	Praça Cais do Porto	29.283	3°12'2"S52°12'20" "O
<i>Ficus Benjamina</i> L./ Moraceae	ExP e FL	Espejo et al. 2023			
<i>Mangifera indica</i> L./Anacardiaceae.	FR e FL	Campos et al. 2016/ Maia e Cavalheiro, 2019			
<i>Agave angustifolia</i> Haw./ Asparagaceae	FL, ExP e ES	Biondi et al. 2008/ Espejo et al. 2023	Praça da Independê ncia	6.723	3°12'47"S52°12'4 3O
<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don/ Apocynaceae	PT	Santos et al. 2022			

Dados: Em que (PT) Parte vegetal considerada tóxica, (FR) Frutos, (FLR) Flores, (FL) Folhas, (ExP) exsudados como óleos e seiva e (Es) espinhos.

Caracterização anatômica e histoquímica foliar

O material vegetal foi coletado pela manhã nas praças e armazenado no Laboratório de Engenharia Florestal e Biomassa da Universidade Federal do Pará – Campus Altamira, onde as folhas do 4º nó dos ramos das 5 espécies foram utilizadas nos experimentos. Para a obtenção dos estudos anatômicos e histoquímicos foram utilizados os protocolos propostos por Kraus e Arduin (1997) em seu manual de morfologia. Na qual o material botânico foi fixado em F.A.A. 70% (formaldeído, ácido acético e álcool 70%) por 24 h (Johansen 1940). No entanto, as folhas da espécie *Agave angustifolia* Haw. foi a única que precisou ser dividida em três regiões: proximal, mediana e distal devido ao seu tamanho. Após isso, todas as folhas das espécies foram lavadas com álcool 70% e armazenadas também em álcool a 70%, para posteriormente serem utilizadas.

Para a descrição da anatomia, essas folhas foram seccionadas nas áreas apical, central, lateral e na base e colocadas em um recipiente de vidro para serem dissociadas em uma mistura de ácido acético com peróxido de hidrogênio (água oxigenada) (1:1) (Franklin 1945, com modificações) em banho-maria a 100°C para obter a total dissociação do material vegetal. No entanto, somente as folhas das espécies *Duranta erecta* e *Catharanthus roseus* foram colocadas na estufa a 60 °C por 24 horas para a dissociação das epidermes. Após a completa dissociação das epidermes, as espécies foram coradas com Astrablau e fucsina básica (Braga 1977), e em algumas partes vegetais da *Agave angustifolia* foi corada com safranina para uma melhor visualização, para posteriormente todos os tecidos serem montados entre lâmina e lamínula com resina de Bálsamo de Canadá diluída em xilol, para obtenção de lâminas permanentes (Kraus e Arduin 1997).

Para cortes à mão livre, esse processo foi feito nas áreas foliares (ápice, central, lateral, base e pecíolo), onde o material foi cortado com auxílio de uma lâmina de barbear afiada e apoiado entre pecíolo de embaúba, para depois ser clarificado com hipoclorito de sódio diluído em água destilada (1:1), e lavados com água destilada, seguindo-se de coloração em Astrablau com Fucsina básica (Braga 1977), para posterior montagem das lâminas permanentes em Bálsamo de Canadá diluído em xilol (Kraus e Arduin 1997).

Para os testes histoquímicos foram feitas secções transversais a mão livre, e cortes com auxílio do micrótomo manual com a espessura entre 10µm e 16 µm nas lâminas foliares do material fresco, submetidas aos reagentes de Sudam III (Sass 1951, p. 98) e Sudam IV (Gerlach 1984, p. 244) para evidenciar lipídios totais, Azul de toluidina (O'Brien *et al.* 1965, p. 29) para lignina, celulose, mucilagem, pectina e compostos fenólicos, Cloreto férrico (Johansen 1940, p. 193) para compostos fenólicos totais, Dittmar (Furr e Mahberg 1981) para alcaloides e Ácido Clorídrico (Chamberlain 1932 p. 86, modificado) para cristais de oxalato de cálcio e o Lugol (Johansen 1940 p. 188) para verificar a presença de amido.

Todas as lâminas foram fotomicrografadas em câmera digital acoplada realizadas por meio de microscopia eletrônica de varredura do MPEG, utilizando microscópio eletrônico LEO modelo 1450 VP. Em planos de 45°, todas as imagens foram vistas com auxílio do programa de microscópio óptico DIGILAB DI-521T acoplado a uma câmera de 48MP FHD Câmera V8 e do software OPTO-EDU ImageView, e os testes descritos com base em trabalhos de Metcalfe & Chalk (1950), Appezzato-da-Glória e Carmello-Guerreiro (2006), Esau (1974) e Fahn (1990).

RESULTADOS

Análise Anatômica das espécies

Em vista frontal das folhas das espécies, observou-se que, nos cortes anatômicos, a forma das células epidérmicas comuns entre as espécies é distinta entre si (Figura 1 e Tabela 1). Na face adaxial da epiderme de *Agave angustifolia* Haw., suas células são hexagonais e alongadas, assim como na epiderme da face abaxial, porém, elas são menores e mais arredondadas, e ambas as paredes periclinais externas são celulósicas e espessas (Fig. 1A, B).

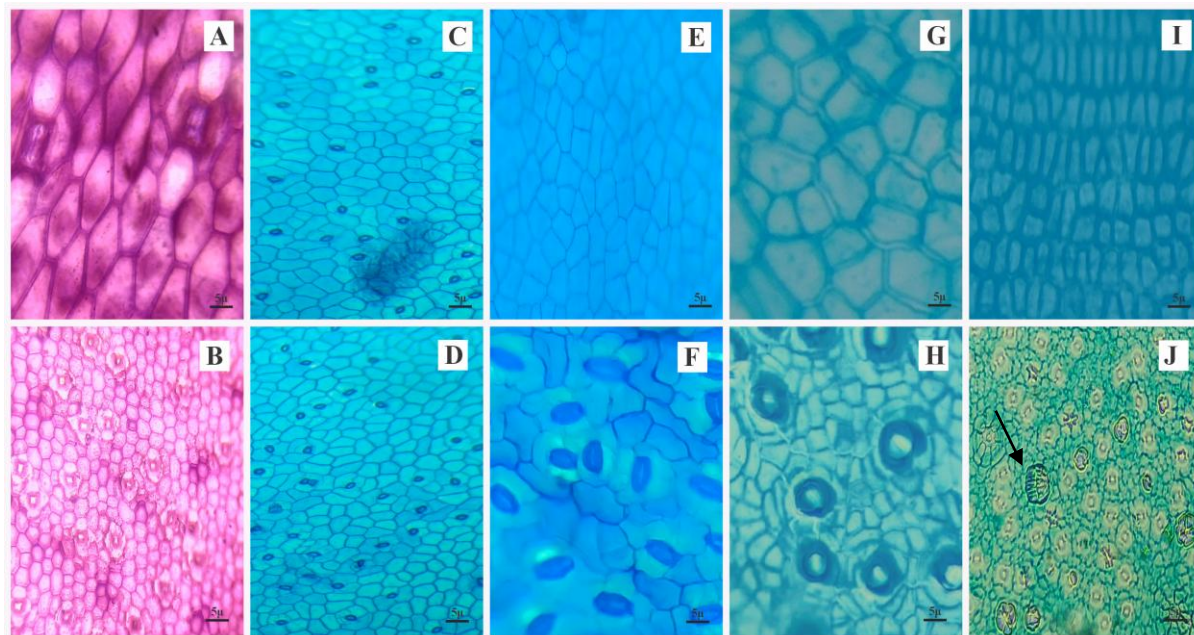


Figura 1. Vista frontal das espécies tóxicas, demonstrando suas faces adaxiais e abaxiais: (A e B) *Agave angustifolia*; (C e D) *Catharanthus roseus*; (E e F) *Duranta erecta*; (G e H) *Ficus benjamina*; e (I e J) *Mangifera indica* com tricoma glandular multicelular (seta).

As paredes celulares de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, são descritas anatomicamente como faces poligonais, onduladas, levemente sinuosas e irregulares, diferenciadas quanto à sua forma e tamanho, com ambas as faces anticlinais pouco onduladas (Fig. 1C, D). Assim como ela, as células da epiderme adaxial da espécie *Duranta erecta* L. são poligonais, irregulares, com paredes anticlinais levemente sinuosas (Fig. 1E), e as células da face epidérmica abaxial também são poligonais, com retângulos de tamanhos distintos e com paredes anticlinais sinuosas e mais irregulares (Fig. 1F).

Na *Ficus benjamina* L., suas células epidérmicas são poligonais e isodiamétricas, com paredes anticlinais retas em ambas as faces, porém na face abaxial demonstram células mais irregulares e arredondadas com distições entre sua forma e tamanho (Fig. 1G, H). As células epidérmicas na face adaxial de *Mangifera indica* L. são retangulares e irregulares, com paredes anticlinais levemente sinuosas, em formato poligonal e com paredes espessas (Fig. 1 I) e, na face abaxial, mais sinuosas e arredondadas e de tamanhos variados (Fig. 1J).

Tabela 1. Organização das espécies quanto à forma das suas células, tipo dos seus estômatos e tricomas evidenciados na estrutura anatômica das duas faces da epiderme.

ESPÉCIES/ FAMÍLIAS	FORMA DAS CÉLULAS COMUNS		ESTÔMATOS			TRICOMAS			
	EAD	EAB	TIPO	EAD	EAB	TIPO	UN	PL	FACE
<i>Agave angustifolia</i> Haw/ Asparagaceae	hexagonais	hexagonais	anfiestomática	tetracíticos	tetracíticos	-	-	-	-
<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don/ Apocynaceae	poligonais	poligonais	anfiestomática	anomocíticos paracíticos	anomocíticos paracíticos	tectores	+	-	EAD/EAB
						tectores		+	EAD/EAB
						tectores	+		EAD/EAB
<i>Duranta erecta</i> L./ Verbenaceae	poligonais	poligonais	hipoestomática	-	anomocíticos	glandulares	-	+	EAD/EAB
							-	+	EAD/EAB
<i>Ficus benjamina</i> L./ Moraceae	poligonais	poligonais	hipoestomática	-	Ciclocíticos	-	-	-	-
<i>Mangifera indica</i> L./ Anacardiaceae	poligonais	poligonais	hipoestomática	-	Anomocíticos	glandulares	-	+	EAB

Dados: (-) Ausência e (+) Presença, (EAD) Epiderme adaxial, (EAB) Epiderme abaxial, (UN) Unicelular e (PL) Pluricelular.

Três espécies, *D. erecta*, *F. benjamina* e *M. indica*, possuem em suas lâminas foliares estômatos apenas na face da epiderme abaxial e são classificadas como hipoestomáticas (Fig. 1F, H, J), em que a espécie *D. erecta* apresenta estômatos anomocíticos que são paralelos, associados e irregulares. Na *F. benjamina*, eles são ciclocíticos, em que suas células subsidiárias circundam os seus estômatos, e na *M. indica* são anomocíticos, pois são diferenciados pela forma e pelo tamanho das células subsidiárias. Enquanto nas espécies *A. angustifolia* e *C. roseus*, os estômatos são anfiestomáticos (Fig. 1 A-D), nas quais a *A. angustifolia* possui seus estômatos tetracíticos em ambas as faces, com quatro células subsidiárias em torno dos estômatos, onde duas delas são paralelos as células-guarda, e na *C. roseus*, nas duas faces, apresentam estômatos anomocíticos e paracíticos, porém, com mais anomocíticos e pouca quantidade de estômatos paracíticos na face Ead e na face Eab, possuem mais estômatos paracíticos e poucos anomocíticos.

Na *A. angustifolia* e *F. benjamina* não foram observados tricomas, porém na *C. roseus* foram observados tricomas tectores simples e alongados em ambas as faces de toda a lâmina foliar. A espécie *D. erecta* foi a que mais apresentou tricomas, tanto tectores (não-glandulares) unicelulares e pluricelulares simples, assim como glandulares, sendo pluricelulares com cabeça secretora pluricelular e com cabeça unicelular em ambas as faces. Na *M. indica* foram visualizados tricomas glandulares apenas na face da epiderme abaxial.

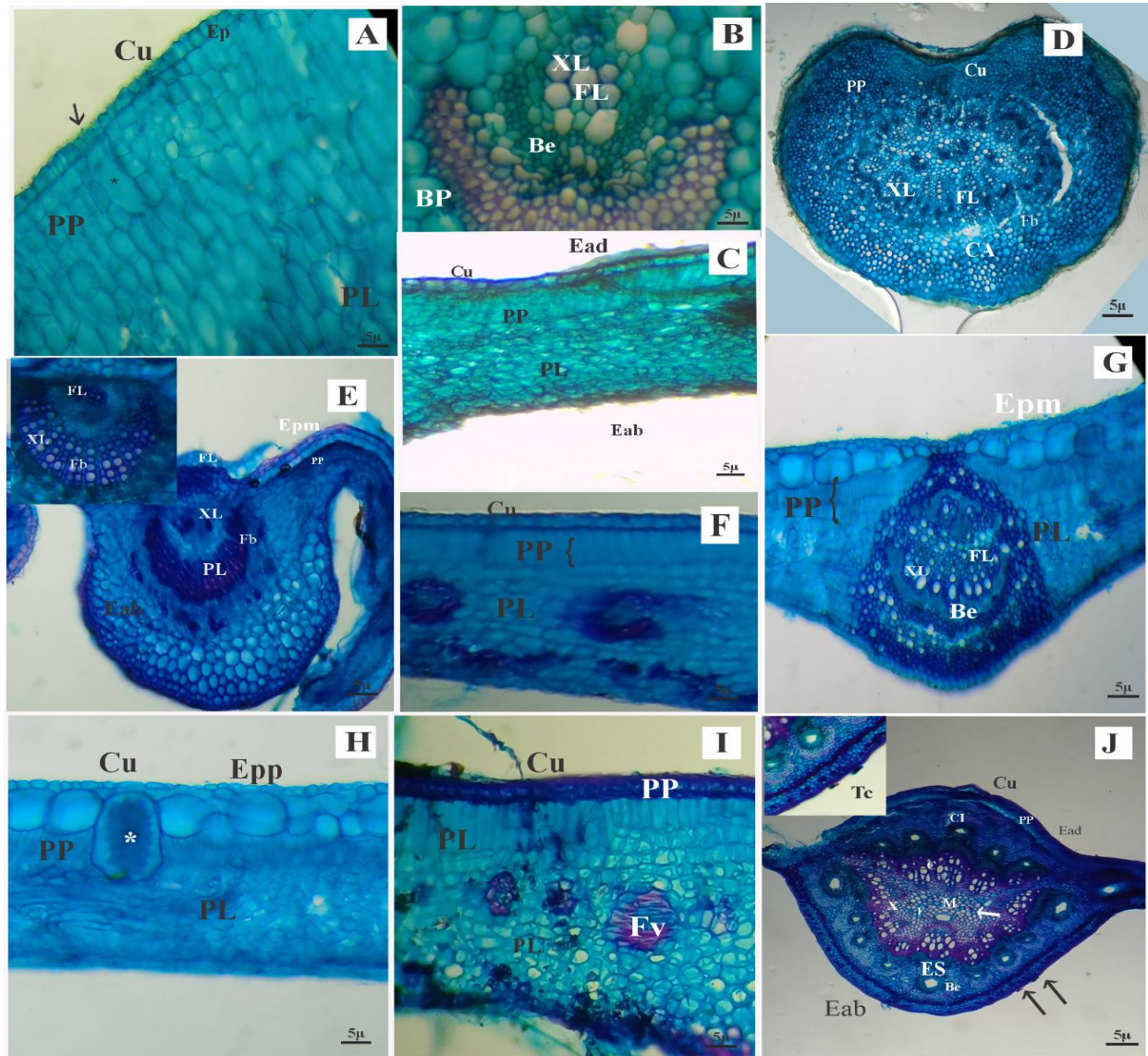


Figura 2: As espécies em cortes transversais: (A e B) *Agave angustifolia* apresenta uma cutícula lisa e espessa (Cu) com uma epiderme com células oblongas em ambas as epidermes (Ep) e com a presença de estômato células-guardas afundadas (seta menor) e câmara subestomática (*) e seus feixes vasculares apresentando xilema (XL) e floema (FL) cercados por uma bainha esclerênquima (Be), abaixo fibra da bainha e ao redor dos feixes vasculares uma bainha parenquimática (BP); (C e D) A epiderme da *C. roseus* é unisseriada com cutícula delgada (Cu) com células parenquimáticas Paliçádicas (PP) na face Ead e Lacunosas na face Eab, colênquima angular próximo a nervura central (CA), Feixes vasculares xilema (XL) e floema (FL) circundado pelas fibras (Fb) e células dos parênquimas estreitamente entre eles; (E e F) a espécie *D. erecta* apresenta uma epiderme fina do tipo delgada (Cu), com uma epiderme Bisseriada (Epm) na face Ead e unisseriada na face Eab, apresenta parênquimas paliçádico (PP) na Ead e Lacunoso (PL) na Eab. Na nervura central apresenta xilema (XL) para a face Eab e floema (FL) para face Ead do tipo colateral aberto separados por células isodiamétricas do parênquima e fibras circundando o xilema (Fb); (G e H) a *F. benjamina* apresenta cutícula espessa com células papilosas (Epp), evidência de litocistos com cystólitos abaixo da epiderme Ead (*), abaixo os parênquimas paliçádico e Lacunoso

(PP e PL) e nervura central com os feixes xilema (XL) circundado por bainha esclerenquimática e o floema (FL) ; (I e J) *M. indica* possui uma lâmina que apresenta parênquima paliçádico na Ead e lacunoso com estômatos glandulares (setas e Tc) na face Eab, mesófilo com canais intercelulares (CI), medula com canal de resina (M), Córtex (C) entre xilema (XL) e floema (FL), canais secretores (CS) e ao redor bainha escleremáticas (Be), cristais prismáticos (seta branca).

Em seção transversal (Tabela 2), a *Agave angustifolia* Haw, *Ficus benjamina* L. e a *Mangifera indica* L. apresentaram cutícula espessa em ambas as epidermes (Ead e Eab) (Fig. 2 A e H), enquanto as espécies *Duranta erecta* L. e a *Catharanthus roseus* (L.) G. Don uma cutícula delgada (Fig. 2C e F). As espécies *Agave angustifolia*, *C. roseus* e *M. indica* apresentaram a epiderme unisseriada em ambas as faces (Fig. 2A, C e I), e a *D. erecta* foi observado uma epiderme bisseriada na face Ead e unisseriada na face inferior da epiderme (Fig. 2F) e na *F. benjamina* demonstrou uma epiderme multisseriada em ambas as faces da epiderme adaxial e em que a *F. benjamina* apresenta em sua epiderme com células papilosas (Fig. 2H).

Tabela 2: Organização anatômica das cinco espécies tóxicas, quanto ao tipo de epiderme em ambas as faces da epiderme (Ead e Eab), organização do mesófilo e da nervura principal.

Espécies/Famílias	Epiderme			Mesófilo	Nervura Principal	
	Faces	Cutícula	Tipo	Organização	Sistema vascular	Feixes vasculares
<i>Agave angustifolia</i> Haw/ Asparagaceae	Ead Eab	espessa espessa	unisseriada unisseriada	isobilateral ou isolateral	fechado	colateral
<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don Apocynaceae	Ead Eab	delgada delgada	unisseriada unisseriada	dorsiventral ou bifacial	aberto	bicolateral
<i>Duranta erecta</i> L./ Verbenaceae	Ead Eab	delgada delgada	Unisseriada Bisseriada	dorsiventral ou bifacial	Aberto	colateral
<i>Ficus benjamina</i> L. Moraceae	Ead Eab	espessa espessa	Multisseriada Multisserada	dorsiventral ou bifacial	aberto	colateral
<i>Mangifera indica</i> L. Anacardiaceae	Ead Eab	espessa espessa	unisseriada unisseriada	dorsiventral ou bifacial	fechado	colateral

Dados: Face da epiderme adaxial (Ead) e Face da epiderme abaxial (Eab).

A organização do mesófilo é isobilateral ou isolateral na *Agave angustifolia* por apresentar parênquima paliçádico (Fig. 2A), formado por 4 ou 5 camadas de células semelhantes, alongadas e retangulares, enfileiradas e perpendiculares entre as extremidades das epidermes (Ead e Eab) e no meio, parênquima lacunoso apresentando células isodiamétricas de formas variadas e com espaços intercelulares.

Para o mesófilo dorsiventral ou bifacial, as espécies *Catharanthus roseus*, *Duranta erecta* e *Mangifera indica* apresentaram parênquima paliçádico apenas na face Ead e o parênquima lacunoso direcionado para a face Eab. Em que a *C. roseus* (Fig. 2C) é constituída de células longas, espaçadas, em uma única camada de células paliçádicas, rica em cloroplastos e dispostas perpendicularmente à superfície da Ead, e a Eab se direciona ao parênquima lacunoso que apresenta células alongadas e distintas e apresenta colênquima angular em direção à face Ead.

Na *D. erecta*, evidenciou-se uma ou duas camadas de parênquima paliçádico e cinco ou sete camadas de parênquima lacunoso em direção à face inferior da folha (Fig. 2F). Em relação à espécie *F. benjamina*, constitui-se da mesma forma, porém, o número de camadas é maior, com 3 ou 4 camadas de parênquima

paliçádico perpendiculares à face Ead e o parênquima lacunoso com espaços intercelulares (Fig. 2G). Foi observado na *M. indica* a presença de uma ou duas camadas de parênquima paliçádico e de seis a oito camadas de parênquima lacunoso, de duas ou três camadas de colênquima (Fig. 2J).

Na nervura principal, em secção transversal, como mostra a figura 2, quatro espécies apresentaram o tipo colateral, em que a *A. angustifolia* e *M. indica* apresentaram o sistema vascular em forma de arco fechado. Na qual a espécie *A. angustifolia* tem uma grande quantidade de feixes vasculares colaterais, subsequentemente grandes e pequenos nas extremidades entre os parênquimas paliçádico e lacunoso. Entretanto, na nervura central da *M. indica* é fechado por apresentar metaxilema e protoxilema, além disso, ela possui um feixe vascular em formato biconvexo e, ao seu redor, a presença do córtex e medula, e células esclerenquimáticas e canais secretores próximos do floema com a presença de drusas, e a *F. benjamina* e a *D. erecta* evidenciaram o sistema de arco aberto. A espécie *C. roseus* apresentou a nervura vascular bicolateral fechada, possui um arco biconvexo do tipo bicolateral fechado, sendo mais evidente na face abaxial a sua convexidade.

Análise da caracterização histoquímica

O estudo histoquímico das cinco espécies consideradas tóxicas foi positivo para lipídios totais, lignina, celulose, compostos fenólicos e amido na lâmina foliar; porém, cada espécie possui características distintas, em que em algumas ficaram mais evidentes na presença ou ausência de determinadas substâncias; e, em outras espécies, a presença de alcaloides e oxalato de cálcio em grande quantidade (Tabela 3).

Tabela 3. Os reagentes utilizados em testes histoquímicos nas espécies *Agave angustifolia*, *Catharanthus roseus*, *Duranta erecta*, *Ficus benjamina* e *Mangifera indica* para identificação de compostos metabólicos nas suas folhas.

Compostos Metabólicos	Lipídios Totais		Lignina	Mucilagem e pectina	Celulose	Compostos fenólicos totais		Amido	Alcaloides	oxalato de cálcio	Estruturas Foliares
Reagentes	Sudam III	Sudam IV	Azul de Toluidina	Azul de Toluidina	Azul de Toluidina	Azul de Toluidina	Cloreto Férrico 10%	Lugol	Dittmar	Ácido Clorídrico 10%	
Coloração	Amarelo-alaranjado ou vermelho	Vermelho	Azul-esverdeado	Roxo-violeta e Rósea	Arroxeadado	Verde escuro	Negro - azulado ou verde escuro	Azul negra ou marrom-escuro	Castanho avermelhado	Presença de carbonato de cálcio	
Referências	Sass 1951	Gerlach 1984	O'Brien et al 1965				Johansen 1940		Furr e Mahlberg 1981	Chamberlain 1932	
Espécies											
<i>Agave angustifolia</i> Haw	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ápice
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Base
	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	Central
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Lateral
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Pecíolo
<i>Catharanthus roseu</i> (L.) G. Don	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	Ápice
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Base
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	Central
	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	Lateral
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	Pecíolo
<i>Duranta erecta</i> L.	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	Ápice
	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	Base
	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	Central
	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	Lateral
	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	Pecíolo

*Desprovido de pecíolo (séssil)

Cont. Tabela 3. Compostos metabólicos utilizados para testes histoquímicos nas espécies *Agave angustifolia*, *Catharanthus roseus*, *Duranta erecta*, *Ficus benjamina* e *Mangifera indica*.

Compostos Metabólicos	Lipídios Totais		Lignina	Mucilagem e Pectina	Celulose	Compostos Fenólicos totais		Amido	Alcaloides	Oxalato de Cálcio	Estrutura
Reagentes	Sudam III	Sudam IV	Azul de Toluidina	Azul de Toluidina	Azul de Toluidina	Azul de Toluidina	Cloreto Férrico 10%	Lugol	Dittmar	Ácido Clorídrico 10%	
Coloração	Amarelo-alaranjado ou vermelho	Vermelho	Azul-esverdeado	Roxo-violeta e Rósea	Arroxeadado	Verde escuro	Negro - azulado ou verde escuro	Azul negra ou marrom-escuro	Castanho avermelhado	Presença de carbonato de cálcio	
Referências Espécies	Sass 1951	Gerlach 1984	O'Brien et al 1965			Johansen 1940		Furr e Mahlberg 1981		Chamberlain 1932	
<i>Ficus benjamina</i> L.	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	Ápice
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	Base
	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	Central
	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	Lateral
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Pecíolo
<i>Mangifera indica</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	Ápice
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	Base
	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	Central
	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	Lateral
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Pecíolo

***Agave angustifolia* Haw.**

Com os reagentes Sudam III e Sudam IV, foram visualizados compostos metabólicos de lipídios na borda em ambas as faces da lâmina foliar, nas fibras esclerenquimáticas que circundam os eixos vasculares e nas células do parênquima do mesófilo (Fig. 3A-B). O mesmo ocorreu com a lignina, e quando em reação ao Azul de Toluidina, que também obteve resultados positivos para mucilagem, pectina e celulose nas células do parênquima em ambas as faces da epiderme (Fig. 3C), além de compostos fenólicos no parênquima paliçádico e nos feixes vasculares (Fig. 3D), amido circundando os feixes vasculares e na borda de ambas as faces da epiderme (Fig. 3E), pouca evidencia de alcaloides na lâmina foliar próximos a epiderme e espinho da folha, exceto no corte central da folha (Fig. 3F), nas células idioblásticas no parênquima paliçádico foi encontrado oxalato de cálcio do tipo drusa (*), nas células do parênquima paliçádico do formato estilete e prisma (setas) (Fig. 3G-H), assim com estileite presentes nas suas fibras (Fig. 3I) e no corte transversal do espinho lateral da folha (Fig. 3J).

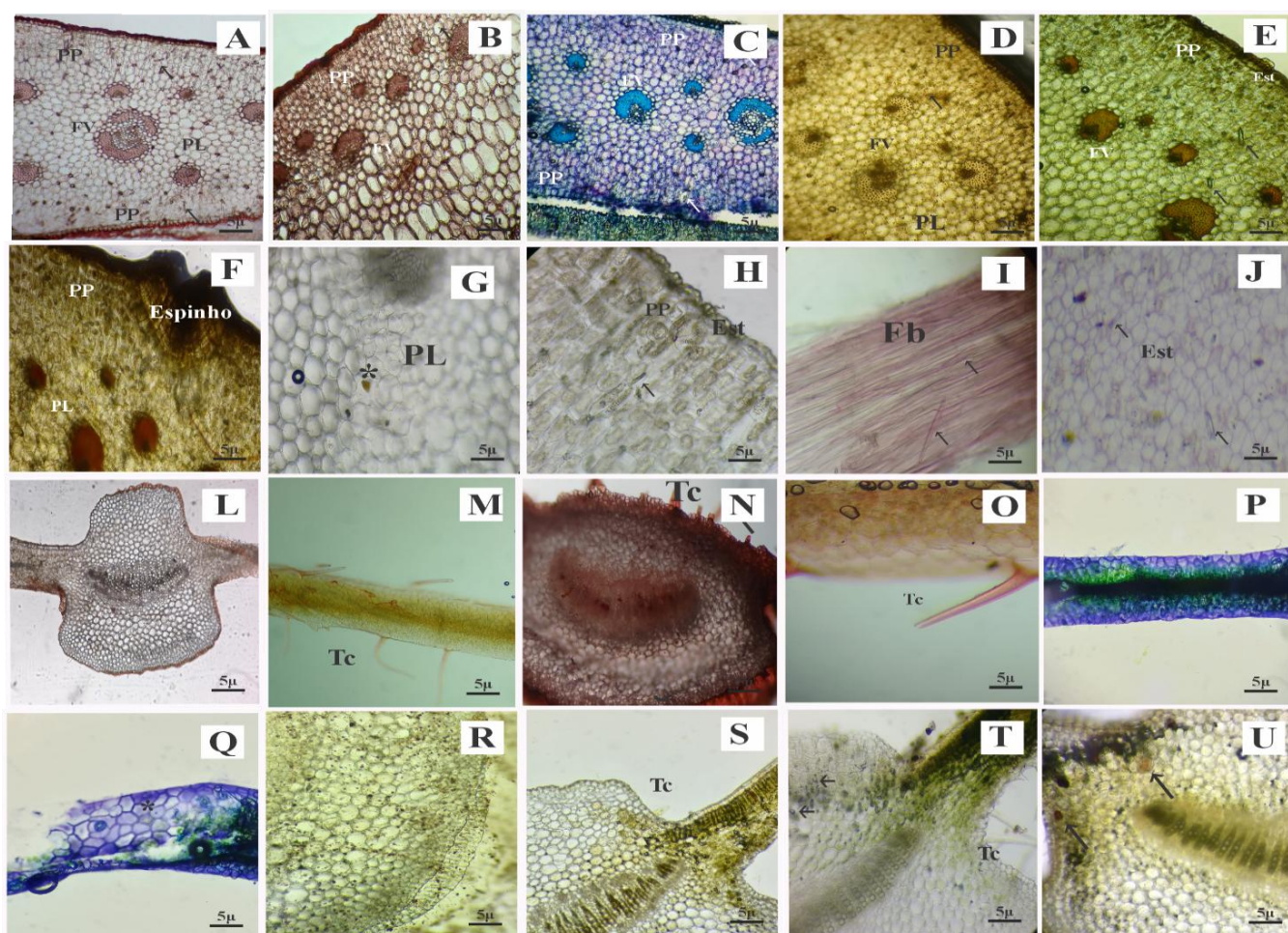


Figura 3. Caracterização histoquímica das espécies *Agave angustifolia* e *Catharanthus roseus* (secções transversais) para testes histoquímicos em: *A. angustifolia* (A e B) Sudam III e IV; (C) com Azul de Toluidina; (D) Compostos fenólicos; (E) Amido; (F) Dittmar; (G e H) Reação com ácido clorídrico para presença de oxalato de cálcio; (I) teste com safranina para as suas fibras e (J) Azul de Toluidina para o espinho lateral da folha. Para *Catharanthus roseus* (L-O) Sudam III e IV; (P e Q) azul de toluidina; (R) compostos fenólicos; (S) amido; (T) reação com ácido clorídrico para a presença de oxalato de cálcio; (U) reação com Dittmar para a presença de alcaloides (seta); presença de tricomas não-glandulares (Tc). Oxalato de cálcio tipo estilete, prisma (setas) e drusa (*).

***Catharanthus roseus* (L.) G. Don**

Lipídios totais presentes na borda dos cortes transversais e nos tricomas, com pouca evidência nas células do parênquima e na nervura central (Fig. 3L-O). Apresentaram resultados positivos para compostos metabólicos, celulose, mucilagem e pectina (Fig. 3P-Q) e para compostos fenólicos nas células epidérmicas do mesófilo ao redor do oxalato de cálcio do tipo drusa (Fig. 3R). O amido está presente na epiderme, nas células do parênquima e na nervura central (Fig. 3S). A presença de oxalato de cálcio do tipo prisma nas células do parênquima (Fig. 3T) e drusas encontrada no fragmento lateral foliar próximo aos estômatos (Fig. 3Q). O tecido da lâmina foliar apresentou alcaloides próximos (Fig. 3U), especificamente nas células do parênquima, com maior evidência na face adaxial da epiderme foliar.

***Duranta erecta* L.**

Testou positivo para os compostos lipídios totais com ambos os reagentes sudam III e IV com pouca reação na borda do corte da folha, da nervura central e em alguns tricomas (Fig. 4A-B); lignina mais evidente ao redor dos feixes vasculares, e nos tricomas unicelular e pluricelular na face superior da folha (Fig. 4C); mucilagem e pectina presente em células do parênquima da face da célula adaxial e mais evidente no corte do pecíolo; assim como foi positivo para celulose (Fig. 4C); amido é evidenciado na epiderme, e nas células do mesofilo foi pouco visualizado, porém mais concentrado nos feixes vasculares e em tricomas glandulares (setas) e não glandulares em ambas as faces (setas) como mostra a Fig. 4D-G; não foram visualizados alcaloides (Fig. 4H), porém para compostos fenólicos foi evidenciado na epiderme, nas células parenquimáticas (seta com traço) e circundando tricomas (setas) não-glandulares simples e em glandulares pluricelulares (Fig. 4I e J).

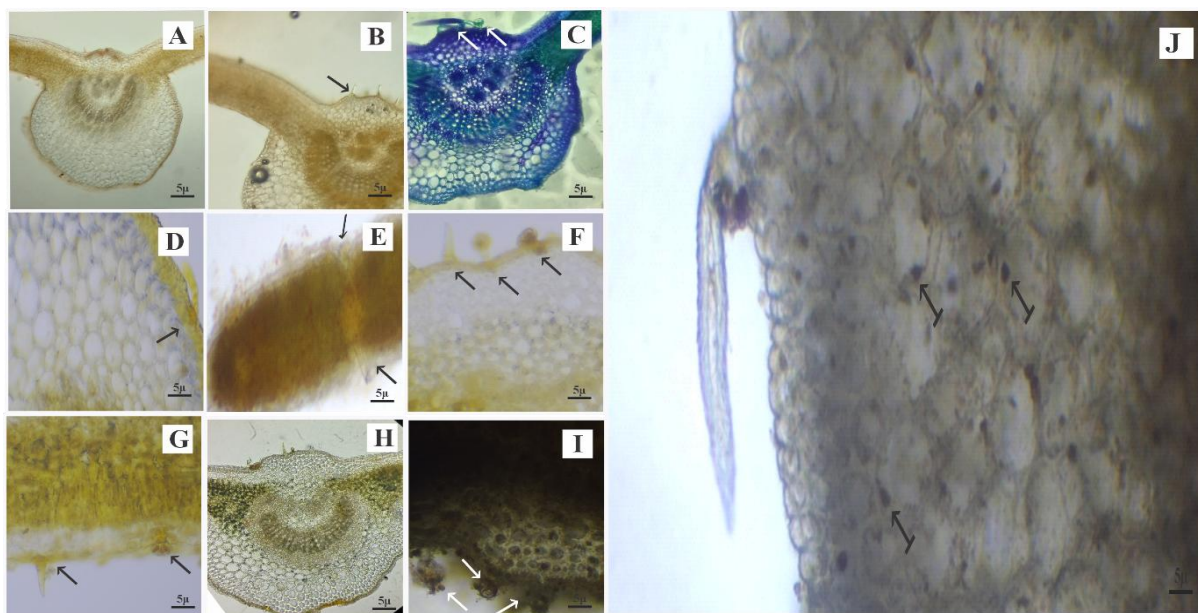


Figura 4. Testes histoquímicos para a espécie *Duranta erecta* em secções transversais para: (A e B) Sudam III e IV para a presença de lipídios totais; (C) reagido com azul de Toluidina para lignina, mucilagem, pectina e celulose; (D-G) secções testadas com Lugol para a presença de amido; (H) Reagente Dittmar para a presença de alcaloides; (I e J) compostos fenólicos totais visualizados a partir da reação com composto fêrrico (setas) com tricoma basifixo unicelular. Presença de tricomas glandulares e não-glandulares (setas em branco e preto).

Ficus benjamina L.

A presença de lipídios foi mais evidente na região de borda da sua epiderme, nos eixos vasculares, nas células do parênquima e nos litocistos que contêm cristólitos (Fig. 5A-C). Obteve resultados positivos para lignina, porém para mucilagem e pectina foi pouco evidenciada, quanto aos compostos fenólicos foram vistos nas células epidérmicas e nas células do parênquima lacunoso e na nervura central (Fig.5D); a reação com o Lugol foi evidente na epiderme e em algumas células mesófilas (Fig.5E). Foi confirmada a presença de oxalato de cálcio em alguns cortes da folha, como na lateral e no seu pecíolo em formatos de cristais prismáticos e do formato drusa na base da folha (Fig. 5F), porém não foram encontrados alcaloides.

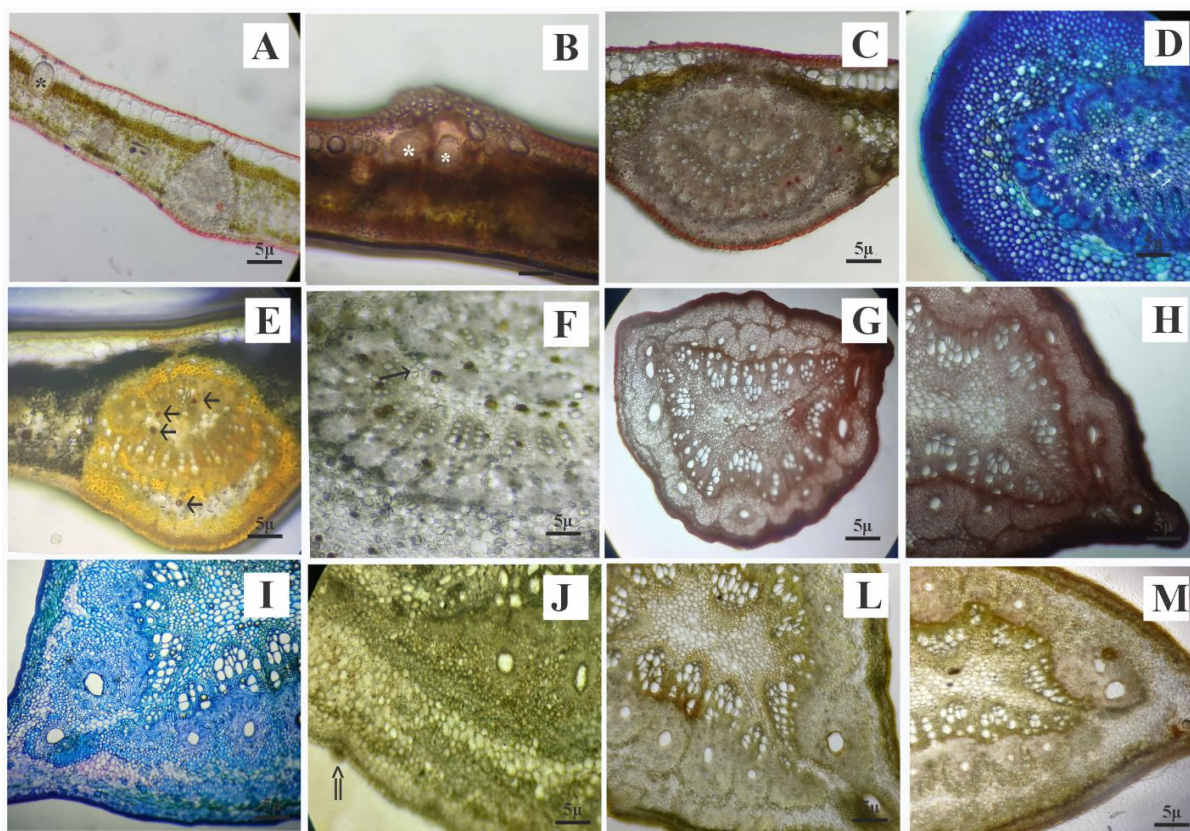


Figura 5. Caracterização histoquímica das espécies *Ficus benjamina* e *Mangifera indica* (secções transversais) por testes histoquímicos: (A-C) Sudam III e IV para *F. benjamina* com a presença de litocistos com cristólitos (* em preto e branco).; (D) Azul de Toluidina testado em *F. benjamina* e presença de cristais prismáticos de oxalato de cálcio (seta branca); (E) Lugol para testar amido em *F. benjamina* (setas) e (F) presença de cristais prismáticos de oxalato; (G e H) Sudam III e IV para *Mangifera indica* L.; (I) Azul de Toluidina testado em *Mangifera indica* L.; (J) Compostos fenólicos na *M. indica* e tricoma glandular (seta com linha dupla); (L) pouca evidência de alcaloides e (M) cristais prismáticos com reação ao ácido clorídrico.

Mangifera indica L.

A reação com Sudam III e IV apresentou lipídios totais na epiderme da face adaxial e abaxial, ao redor das células do mesófilo e na nervura central (Fig. 5G-H). Apresentou resultado positivo em todos os cortes

transversais para lignina, sendo encontrada próxima à epiderme, mais especificamente no parênquima paliçádico em ambas as faces e circundando os feixes vasculares (Fig. 5I). O mesmo ocorreu com a presença de celulose que foi bastante evidente nesses fragmentos, além de mucilagem e pectina evidenciadas na face adaxial da epiderme, porém em quantidade mínima e ao redor dos canais secretores (Fig. 5I). Obteve resultado positivo para a presença de compostos fenólicos na face da epiderme adaxial e na nervura central (Fig. 5I). A presença de amido foi confirmada nas células do parênquima e no lacunoso com a presença de tricoma glandular na epiderme inferior da folha (Fig. 5J). No entanto, não foram observados alcaloides (Fig. 5L) e não houve reação com ácido clorídrico para visualizar os oxalatos de cálcio (Fig. 5M), porém, foram observados cristais de oxalato próximos à nervura central do tipo prismático e drusas no pecíolo nos canais secretores da folha.

DISCUSSÃO

Quanto à anatomia foliar, a maioria das espécies apresentou células epidérmicas poligonais de formas e tamanhos diferentes, demonstrando ser um fator determinante para a identificação e comparação entre espécies vegetais nas áreas de morfologia e taxonomia. Além disso, o formato das suas células desempenha um importante papel no seu desenvolvimento, auxiliando na sua interação com o meio e na sua adaptação a diversas condições de estresse (Mathur 2004; Kumar et al. 2025).

Todas as espécies estudadas apresentaram cutícula, porém, na *Agave angustifolia*, *Ficus benjamina* e *Mangifera indica*, foi observada uma cutícula espessa, sendo a *Agave angustifolia* a que apresentou uma cutícula espessa do tipo cerosa, peculiar de espécies do gênero *Agave*. Segundo Cutler et al. (2011), a cobertura de cera presente nessas espécies mascara a cutícula e suas marcas, sendo uma característica do tipo xeromórfico, que está presente em espécies monocotiledôneas e tem como principal função retardar a perda de água cuticular. O aumento da espessura dessa camada fortalece a defesa contra a perda hídrica pelas folhas, ajuda a diminuir a transpiração cuticular e melhora a eficiência no aproveitamento de água nessas plantas, devido à presença de substâncias lipídicas como cera e cutina que reduzem a perda de água dos tecidos da folha (Burghardt e Riederer 2018).

Por outro lado, a cutícula delgada foi vista nas espécies *Catharanthus roseus* e *Duranta erecta* que, apesar de sua espessura, possuem mecanismos hídricos para evitar a perda excessiva. Uma evidência seria a grande quantidade de estômatos e de ectodesmos (canais da cutícula), presentes nas folhas dessas espécies, que favorecem a absorção de água por um longo período (Rodrigues 2003). Assim como os compostos químicos que revestem a cutícula, devemos levar em consideração outras estruturas das espécies e o ambiente no qual elas estão inseridas.

A epiderme foliar é um tecido de revestimento que geralmente pode ter uma ou mais camadas de células. Essas células são organizadas de maneira compacta, com a presença de cutícula e estômatos que desempenham um papel fundamental nas funções do órgão, como a fotossíntese e a transpiração (Esau 1974). No geral, a folha, além da epiderme e cutícula, apresenta estômatos, mesófilo e tecido vascular, porém, a disposição desses elementos é primeiramente influenciada pelo ambiente físico, como a disponibilidade de água, intensidade da luz, nicho ecológico e presença de herbívoros (Cutler et al. 2011). Cada característica presente nas espécies de plantas é fundamental para entender as suas ações com o meio ambiente, seja para nutrição, adaptação, resistência a fitopatógenos ou herbivoria.

As espécies *Agave angustifolia*, *Catharanthus roseus* e a *Mangueira indica* apresentaram epiderme unisseriada em ambas as faces da epiderme, enquanto a *Duranta erecta* que apresentou uma epiderme bisseriada na face Adaxial e unisseriada na face abaxial e a *Ficus benjamina* evidenciou epiderme múltipla em ambas as faces com a presença de litocistos com cristólitos. Considerados os verdadeiros cristólitos, estes são característicos do gênero *Ficus* da família Moraceae (Metcalf e Chalk 1950). Eles podem ser observados nos litocistos adaxiais que apresentam cristólitos quase oblongos (depósitos de carbonato de cálcio), com pedúnculo (haste), enquanto os cristólitos solitários arredondados estão fixados à epiderme abaxial por um pedúnculo mais curto (Bercu 2016). Para Foster (1949) e Esau (1965), os cristólitos do gênero *Ficus* aparecem nas células de uma epiderme múltipla, como encontrado nos resultados dessa pesquisa, sendo evidenciado em ambas as epidermes do *F. benjamina*, assim como ocorre na pesquisa feita por Pangemanan et al. (2022). Para os pesquisadores eles estão em localizações diferentes, com tamanhos e formas variadas em relação as outras espécies do gênero *Ficus*, possuem a função de reserva de cálcio e a proteção contra herbívoros. Em termos funcionais, favorecem a otimização da fotossíntese sob luz na folha, reduzindo o desperdício de luz em condições de irradiância saturante, tornando a fotossíntese mais eficaz e aumentando a fixação do carbono (Pierantoni et al. 2020).

E na epiderme, além da presença de células epidérmicas comuns, como os estômatos, os apêndices epidérmicos, como tricomas, também apresentam as células especializadas que se diferenciam das outras células pelo seu revestimento. As espécies revelaram uma variedade entre os estômatos, destacando as espécies como a *Agave angustifolia* e a *Catharanthus roseus*, com a presença deles em ambas as faces da epiderme (Hipoestomáticos), em que a *A. angustifolia* apresenta estômatos tetracíticos e a *C. roseus* apresenta estômatos contíguos (anomocíticos e paracíticos). Os estomas podem estar presentes na superfície superior ou inferior da folha (anfistomato) ou em uma das superfícies foliares, geralmente na superfície inferior, classificados como hipostomia (Boer et al. 2016). As trocas gasosas realizadas por eles nas folhas são controladas de forma dinâmica, ajustando-se em intervalos mínimos de tempo, abrindo e fechando os poros dos estômatos, podendo variar de minutos a horas (Farquhar e Sharkey 1982).

Nas espécies foi observada uma ampla diversidade de tamanhos, quantidades e células epidérmicas dos estômatos, assim como a espessura das suas células. As variações e semelhanças nas características estomáticas oferecem indícios sobre as relações genéticas e evolutivas, sendo, assim, relevantes para a taxonomia (Chukwunonso et al. 2018).

Em muitas famílias de monocotiledôneas, existem estômatos chamados tetracíticos, como os que foram encontrados na *Agave angustifolia*. Eles são cercados por quatro células subsidiárias, das quais duas estão alinhadas paralelamente às células-guarda, enquanto o par restante é polar e geralmente menor (Rodrigues et al. 2015). Fahn e Cutler (1992) afirmam que em plantas suculentas como *Agave* ocorrem estômatos abaixo da epiderme e são bem protegidos. Em outros casos com espécies eudicotiledôneas como a *Mangifera indica*, quando há a diminuição do tamanho dos seus estômatos, mostra alteração na sua estrutura e esse fator é utilizado para bioindicação de poluentes aéreos (Silva Júnior et al. 2005). Na espécie *Ficus benjamina* apresentou estômatos ciclocíticos assim como em algumas pesquisas feitas com gêneros *Ficus*, mais especificamente em espécies *Ficus benjamina* e *Ficus elastica*. Esse tipo de estômato é considerado raro nessas espécies, assim como os laterocíticos e paracíticos, confirmado pelo estudo de algumas espécies do gênero *Ficus*, em que a *Ficus benjamina* também pode possuir estômatos anomocíticos ou estômatos contíguos

(anomocíticos e ciclocíticos) na face superior da sua folha (Hadi et al. 2024). O estudo dessas estruturas e a sua distribuição hipostomática são fundamentais para a identificação e classificação de espécies.

A anatomia foliar das cinco espécies estudadas demonstrou estruturas semelhantes quanto à organização do mesófilo, com 80% das espécies formadas por um mesófilo dorsiventral ou bifacial. Essa organização é evidente na folha, quando o parênquima paliçádico se encontra de um lado da face da folha, e o lacunoso do outro (Apezzato-da-Glória e Carmello-Guerreiro 2006). Muitas camadas de parênquima paliçádico estão ligadas pela constante exposição da folha à luz solar, por causa da quantidade de cloroplastos, indicando um aprimoramento no processo de fotossíntese, enquanto a redução de parênquima lacunoso facilita as trocas gasosas (Apezzato-da-Glória e Carmello-Guerreiro 2006; Rebouças et al. 2025).

As estruturas secretoras das plantas asseguram o armazenamento e a liberação de compostos que desempenham funções fisiológicas e excretam substâncias que poderiam causar prejuízos ou que são tóxicas. Nos vegetais elas abrangem desde processos complexos, isolamento e liberação de substâncias para locais extracelulares internos de seus órgãos ou para a parte exterior da planta, assim como reabsorção de material já secretado (Castro e Machado 2006). Os tricomas são apêndices da epiderme com grande diversidade, englobando os glandulares (ou secretores) e não glandulares, escamas, papilas e pelos absorventes nas raízes (Esau 1974). Eles exibem atividade intensificada em folhas jovens até o terceiro nó e, conforme as folhas amadurecem, esses tricomas passam a entrar em processo de senescência (Vitarelli et al. 2015). Em contraste, esta pesquisa, ao utilizar as folhas do 4º nó, nos permitiu visualizar tricomas não-glandulares e glandulares em três espécies. Eles protegem a folha em condições de estresses abióticos e bióticos, perda hídrica e defesa contra herbivoria e patógenos, contra excesso de luminosidade, radiação e aquecimento excessivo (Karabourniotis et al. 2021).

Destacando a espécie *D. erecta* pela presença de tricomas não glandulares e glandulares. Espécies que possuem tricomas nas suas folhas são mais protegidas contra a fotoinibição em relação às espécies de folhas glabras (Tang et al. 2022), como visto na *Agave angustifolia*. Outra espécie, *Mangifera indica*, apresentou tricoma glandular multicelular na face da epiderme abaxial. Contudo, em uma pesquisa com essa espécie foi possível visualizar em ambas as faces da lâmina tricomas glandulares multicelulares (Santos et al. 2017). Na *C. roseus*, foram observados apenas tricomas não-secretores de conhecidos como tectores, em ambas as faces, utilizados como mecanismos de defesa. No entanto, também podemos encontrar nessa espécie tricomas pluricelulares, unisseriados, de forma cônicas, com membrana estriada, pontas afiadas e levemente curvadas no ápice (Pacheco 1980).

Quatro espécies apresentaram algum tipo de cristal de oxalato de cálcio (CaOx) em suas células, porém nesta pesquisa não foi encontrado nenhum tipo de cristal de Oxalato de cálcio na espécie *Duranta erecta*. Esses cristais apresentam uma grande diversidade de formatos que incluem drusas, ráfides, prismáticos, estilóides e cristais de areia (Gębura e Winiarczyk 2016, El-Zaidy e Alsahli, 2021). Na espécie *Agave angustifolia* foi mais visualizado os CaOx em formato de estiloide, prisma e drusa. Na *Catharanthus roseus*, *Ficus benjamina* e *Mangifera indica* em forma de prismas e drusas, no entanto na *mangifera indica* foi possível visualizar uma grande variedade desses cristais aglomerados na sua face ead e drusas nos canais secretores do vegetal. Em contraste, a pesquisa de Rocha et al. (2015) que encontrou em sua pesquisa apenas em forma de drusa no floema da *Mangifera indica* (Rocha et al. 2015).

O oxalato de cálcio é uma substância prejudicial que pode ser encontrada em algumas espécies vegetais, apesar da grande influência das plantas na saúde das pessoas, esses compostos quando ingeridos em excesso afeta a capacidade do corpo de digerir e absorver nutrientes (Ghanati et al. 2024).

Foram visualizados nas células idioblastos na nervura central da *C. roseus*, uma grande quantidade de alcaloides em suas estruturas. Os estudos sobre a extração de alcaloides nessa planta têm sido resultado de indicadores de matérias-primas para farmacologia (Duschanova et al. 2024).

As espécies *A. angustifolia* e *F. benjamina* não apresentaram nenhum tipo de tricomas em sua lâmina foliar. *A. angustifolia* não apresenta pelos, tricomas ou revestimentos similares, porém possui apenas uma superfície lisa, caracterizada como glabra. Observou-se a presença de cristais do tipo estilete e cristais prismáticos nos espinhos, bem como cristais do tipo estilete nas fibras, o que pode ser um fator associado aos casos de intoxicação por contato. Já esses espinhos são responsáveis por causar danos entre indivíduos, como ocorre em espécies do gênero *Agave* (Biondi et al. 2008; Espejo et al. 2023). No entanto, ainda necessita de mais estudos para elucidar a relação de toxicidade desse composto com os seres vivos.

Os cristais de oxalato desempenham a função de regular o cálcio em excesso nas plantas, eliminar metais pesados, refletir luz para captar energia, resistir a pragas e a mudanças climáticas (Khan et al. 2023). É importante ressaltar que a presença de cristais de oxalato de cálcio encontrados em vegetais é fundamental para identificar espécies tóxicas, uma vez que esse composto é responsável por causar intoxicações (Oliveira e Pasin 2017; Aguiar et al. 2022).

A *Ficus benjamina*, além de possuir cystólitos nos litocistos da epiderme e cristais prismáticos próximos aos seus feixes de suas folhas, também apresenta estruturas secretoras chamadas laticíferas, encontradas no seu mesófilo (Esau 1974). Essas estruturas são internas e não articuladas e pertencentes às espécies do gênero *Ficus* (Metcalf e Chalk, 1983), que contêm um látex, que em algumas espécies pode ser cáustico, em outras pode ser acumulador de substâncias tóxicas (Rodrigues et al. 2015). Que podem causar alergias mediadas pelo exame IgE, como rinoconjuntivite, angioedema, asma, prurido e até choque anafilático (Pradalier et al. 2004). Em alguns casos, o material é secretado pelas células secretoras para fora da planta ou para espaços internos especializados, porém, em espécies com a presença de laticíferos, o material secretado (látex) permanece dentro dessas células (Fahn 1988).

Os compostos metabólicos, como lipídios, lignina (e outros fenólicos), polissacarídeos estruturais (celulose) e amido, foram encontrados em todas as espécies, principalmente na região dos tecidos epidérmicos, entre as células parenquimáticas e células dos idioblastos, variando entre as espécies. O estudo das estruturas secretoras das plantas depende da análise histoquímica, que possibilita a detecção de diversos metabólitos, como carboidratos, proteínas, lipídios, compostos fenólicos e alcaloides (Demarco 2023). Em alguns compostos como terpenos, resinas, taninos e vários cristais produzidos no metabolismo das plantas são excretados, e outras substâncias com funções fisiológicas (enzimas e hormônios) são secretadas, o que difere é que algumas são eliminadas e outras são reutilizadas (Esau 1974).

O mesmo pode ser visto na pesquisa de Kuster e Vale (2016), feita com quatro espécies medicinais do Cerrado, em que houve uma grande concentração de lipídios na borda epiderme, no mesófilo e nos feixes vasculares, e muitos desses compostos se concentram em idioblastos próximos à epiderme. Para os autores, esses compostos conferem proteção física, química e a luminosidade, além de participarem da sinalização hormonal e do metabolismo, tornando a epiderme central para a adaptação e defesa da planta.

A presença de compostos fenólicos foi evidente em todas as espécies. Esses compostos estão associados à defesa da planta contra a desidratação, invasões de herbívoros e outros fatores, embora ainda existam questionamentos sobre a abrangência de suas funções (Santos et al. 2009). No entanto, o estudo da sua composição química serve para a comparação entre as diferentes espécies de um mesmo gênero (Ramos e Fonseca Filho 2017). Assim como os vegetais representam fontes de produtos naturais com atividade biológica, com o objetivo de sintetizar fármacos (Santos et al. 2009), com o uso de alcaloides na medicina popular presentes em espécies como a *C. roseus* com a presença de muitos alcaloides, chamados vincristina e vimblastina em toda a planta (Brandão et al. 2010; Soares et al. 2024).

O estudo do potencial farmacológico dessas espécies favorece não só a produção de medicamentos, mas também o conhecimento das suas estruturas, assim como as substâncias que elas secretam.

CONCLUSÃO

A pesquisa da caracterização anatômica foliar das espécies analisadas, possibilitou a identificação de estruturas epidérmicas como cutícula, tricomas, estômatos e a organização do mesófilo, contribuindo para comparações taxonômicas, identificação de novas espécies e compreensão das adaptações dessas plantas às condições ambientais e aos diferentes tipos de estresse. Essas características evidenciam mecanismos de defesa relacionados à redução da perda hídrica e à proteção contra herbívoros e patógenos.

Além disso, a histoquímica foliar permitiu identificar substâncias primárias e secundárias presentes nas estruturas vegetais, como lipídios, lignina (e outros fenólicos), polissacarídeos estruturais (celulose) e amido, mucilagem e pectina. Também foram detectados compostos como alcaloides e cristais de oxalato de cálcio, que podem apresentar potencial toxicidade, ressaltando a necessidade de estudos complementares para melhor compreensão de seus efeitos e para a redução de riscos de intoxicação. Dessa forma, os resultados ampliam as perspectivas de aplicação dessas espécies nas áreas farmacêutica, medicinal e ambiental, contribuindo para o desenvolvimento de medicamentos, tratamento de doenças, conservação das espécies e manutenção do equilíbrio ecológico.

REFERÊNCIAS

Aguiar LA, Silva HCC, Magalhães CS, Randau KP (2022) Estudo anatômico e histoquímico das partes vegetativas de *Sansevieria trifasciata* Prain. Journal of Environmental Analysis and Progress 07:235-243. <https://doi.org/10.24221/jeap.7.4.2022.5302.235-243>

Apezatto-da-Glória B, Carmello-Guerreiro SM (2006) Anatomia Vegetal. 2ª ed. UFV– Viçosa, Brasil

Baumann SSR, Brígida CAS, Silva JBS, Lima PS, Rabelo LKL, Pires EC, Maestri MP, Aquino MGC (2019) Espécies arbóreas tóxicas presentes na arborização urbana do município de Santarém, Pará. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais 10:342-351 <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.003.0029>

Bercu R (2016) Some general anatomical aspects of *Ficus benjamina* L. Cv Danielle (Moraceae) leaf. Annals of the University of Craiova – Agriculture, Montanology Cadastre Series 46: 43-49. <https://anale.agro-craiova.ro/index.php/aamc/article/view/406/381>. Acesso em 10 de dezembro de 2025

Biondi D, Leal L, Schaffer M (2018). Aspectos importantes das plantas ornamentais em escolas públicas estaduais da cidade de Curitiba, PR. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 3: 267-275. <https://10.5039/agraria.v3i3a325>

Boer HJ, Price CA, Wagner-Cremer F, Dekker SC, Franks PJ, Veneklaas EJ (2016) Optimal allocation of leaf epidermal area for gas exchange. *New Phytol* 210: 1219-1228. <https://doi.org/10.1111/nph.13929>

Burghardt M, Riederer M (2018) Cuticular transpiration. *Annual Plant Reviews book series* 23:292–311. <https://doi.org/10.1002/9781119312994.apr0237>

Braga, MMN (1977) Anatomia foliar de *Bromehaceae* da Campina. *Acta Amazonia* 7:5–74. <https://doi.org/10.1590/1809-43921977073s005>

Braga KC, Giese SS, Parry SM (2017) Levantamento de plantas tóxicas em escolas urbanas de Ensino Fundamental do município de Altamira-Pará [Survey of toxic plants in urban elementary schools in the municipality of Altamira-Pará]. *Biota Amazônia*. <https://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v7n2p53-58>

Brandão HN, David JP, Couto RD, Nascimento JAP (2010) Química e farmacologia de quimioterápicos antineoplásicos deriva dos de plantas. *Química nova* 33:1359 – 1369 <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000600026>

Campos SC, Silva CG, Campana PRV, Almeida VL (2016) Toxicidade de espécies vegetais. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 18:373–382. https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_057

Castro MM, Machado SR (2006) *Células e Tecidos Secretores*, In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. & CARMELLO-GUERREIRO, S. M., *Anatomia Vegetal*, 2ª Ed. UFV, Viçosa, pp. 169-191

Ceccantini, GCT (2023) Poison Garden: jardim na Inglaterra abriga as plantas mais venenosas do mundo. *Fantástico*, São Paulo. <https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2023/08/06/poison-garden-jardim-na-inglaterra-abriga-as-plantas-mais-venenosas-do-mundo.ghtml>. Acesso em 15 setembro de 2025

Chukwunonso A, Precious E, Nwafor F, Virginus A (2018) Comparative anatomical studies of the stomatal patterns of some tree species of sterculiaceae and verbenaceae in Nigeria. *Pak. J. Bot* 50: 679-684. <https://www.pakbs.org/pjbot/papers/1518739047.pdf>. Acesso em 17 de dezembro de 2025

Cutler DF, Botha T, Stevenson DW (2011) *Anatomia vegetal: uma abordagem aplicada*. Porto Alegre, Brasil

Demarco D (2023). Análise histoquímica de estruturas secretoras de plantas. In: Pellicciari, C., Biggiogera, M., Malatesta, M. (eds) *Histoquímica de Moléculas Únicas. Métodos em Biologia Molecular*, vol. 2566, Nova York. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2675-7_24

Duschanova UG, Aripova S, Sharipov A, Nazirova Y, Djalilova N (2024) Pharmacognostic study of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. *BIO Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410004009>

Esau K (1965) *Plant anatomy* 2nd.ed. Wiley, New York.

Esau K (1974). *Anatomia das plantas com sementes*. São Paulo: 1ª Ed. Blucher, Brasil

Evert R F (2006) *Esau's plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development*. Hobo Ken, New Jersey, United States of America. <https://doi.org/10.1002/0470047380>

Espejo GD, Martínez MPT, Castro CO (2023) *Guía de la Flora Ornamental Del Campus de Elche de la Universidad Miguel Hernández* 1:3-260. ISSN: 978-8418177576

Fahn A (1979) *Secretory Tissues in Plants*. London: Academic Press

Fahn A (1988) Secretory tissues in vascular plants. *New Phytol* 108:229-257. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1988.tb04159.x>

Fahn A (1990) *Plant Anatomy*. Oxford, Reino Unido

Fahn A, Cutler DF (1992) *Xerophytes—Encyclopedia of Plant Anatomy*, Borntraeger, Berlin

- Farquhar GD, Sharkey TD (1982) Stomatal Conductance and Photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology* 33:317-345. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.pp.33.060182.001533>
- Feio RIC, Dias LC, Lima SLS, Silva KS, Sarges OB, Costa JM, Fonseca DJS (2021) Guia Ilustrado das Plantas Tóxicas. Atena, Abaetetuba, Brasil. <https://doi.org/10.22533/at.ed.204213108>
- Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro - REFLORA <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acessado em 16 de novembro de 2025
- Flores JS, Canto-Aviles GCO, Flores-Serrano AG (2001) Plantas de la flora yucatanense que provocan alguna toxicidad en el humano. *Revista biomédica*. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v12i2.261>
- Foster AS (1949) *Practical Plant Anatomy*, 2nd ed. Van Nostrand, New York
- Furr M, Mallberg PG (1981) Histochemical analyses of and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. *Journal of Nature Products* 44:153-159. <https://doi.org/10.1021/np50014a002>
- Ghanati, K, Oskoei V, Rezvani-Ghalhari M, Shavali-Gilani P, Mirzaei G, Sadighara, P (2024) Oxalato nas plantas, quantidade e métodos para reduzir a exposição; uma revisão sistemática. *Toxin Reviews*, 43:411–422. <https://doi.org/10.1080/15569543.2024.2344493>
- Hamada MOS, Mendes, FJC (2023). Influência da arborização urbana no microclima na cidade de Altamira – PA. *Revista Foco* 16:1-11. <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n2-184>
- Hadi F, Jamal U, Khan MN, Razzaq A, Hayat K, Zaman F, Kaplan A, Ali B, Syed Shah SN, Iqbal M, Abdullah, Razak SA, Ercisli S, Alwasel YA, Darwish DBE. Micromorphological Foliar Screening for Identification of Moraceae Taxa using Light Microscopy (LM) and Scanning Electron Microscopy (SEM) Techniques. *Pol. J. Environ. Stud* 33:4141-4152. <https://doi.org/10.15244/pjoes/181198>
- JOHANSEN DA (1940) *Plant microtechnique*. New York, Estados Unidos
- Karabourniotis G, Liakopoulos G, Panagio Bresta P, Nikolopoulos D (2021) The Optical Properties of Leaf Structural Elements and Their Contribution to Photosynthetic Performance and Photoprotection. *Plants* 10: 1-18. <https://doi.org/10.3390/plants10071455>
- Khan MI, Pandith AS, Shah MA, Reshi ZA (2023) Calcium Oxalate Crystals, the Plant ‘Gemstones’: Insights into Their Synthesis and Physiological Implications in Plants. *Plant and Cell Physiology* 64:1124–1138. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcad081>
- Kraus JE, Arduin M (1997) *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Seropédica, Rio de Janeiro
- Kumar V, Yadav S, Heymans A, Robert S (2025) Shape of Cell - An Auxin and Cell Wall Duet. *Physiologia Plantarum* 177: 1-17. <https://doi.org/10.1111/ppl.70294>
- Kuster VC, Vale FHA (2016) Leaf histochemistry analysis of four medicinal species from Cerrado. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 26:673–678 <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.05.015>
- Lima DB, Garcia RN (2011) Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no ensino médio. *Cadernos de Aplicação* 24: 201-224. <https://doi.org/10.22456/2595-4377.22262>
- Lopes RK, Ritter MR, Rates SMK (2009) Revisão das atividades biológicas e toxicidade das plantas ornamentais mais utilizadas no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 7:305-315. <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/114882>. Acesso em 17 de outubro de 2025
- Maia SGC, Cavalheiro AP (2019) Plantas tóxicas ocorrentes nos domicílios da região de fronteira Brasil/Paraguai. *Ethnoscience* 4:1-7. <http://dx.doi.org/10.18542/ethnoscience.v0i0.10256>
- Mathur J (2004) Cell Shape Development in Plants. *Trends in Plant Science* 12: 583–590

Metcalfe CF, Chalk L (1950) *Anatomy of the Dicotyledons: Leaves, Stem and Wood in Relation to Taxonomy with Notes on Economic Uses*. Oxford, Reino Unido

Metcalfe CR, Chalk L (1983) Secretory structures: Cells, cavities and canals. In: *Anatomy of the dicotyledons*. 2nd volume, Wood structure and conclusions of the general introduction, pp. 70–81, Clarendon Press, Oxford

Milan P, Hayashi AH, Appezzato-da-Glória B (2006) Comparative Leaf Morphology and Anatomy of Three Asteraceae Species. *Brazilian archives of biology and technology* 49: 135-144 <https://doi.org/10.1590/S1516-89132006000100016>

Pacheco J M (1980) Contribuição ao estudo anatômico da espécie *Catharanthus roseus* (L.) G. Don var. (Apocynaceae). *Revista Rodriguésia* 32:39-54. <https://doi.org/10.1590/2175-78601980325205>

Pangemanan EFS, Ratag SP, Lasut MT (2022) Comparative Anatomy Of Leaves Of Several Types Of *Ficus*. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan* 3:382–387 <https://doi.org/10.35791/jat.v3i2.44519>

Pradaliere A, Leriche E, Trinh CH, Molitor JL (2004). The return of the prodigal child or allergy to ficus. *Allergie et Immunologie* 36:326-329. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15633368/>. Acesso em 15 de outubro de 2025

Pereira ALL (2013) A utilização do jogo como recurso de motivação e aprendizagem. Dissertação (Mestrado em Ensino de História e Geografia) – Universidade Estadual de Porto. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/71590/2/28409.pdf>. Acesso em 11/08/2025

Pierantoni M, Paudel I, Rephael B, Tenne R, Brumfeld V, Slomka S, Oron D, Addadi L, Weiner S, Klein T (2020) Cystoliths in *Ficus* leaves: increasing carbon fixation in saturating light by light scattering off a mineral substrate. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.04.08.030999>

Oliveira RR, Pasin LAAP (2017) Ocorrência de oxalato de cálcio em diferentes espécies vegetais de uso ornamental. *Revista de Ciências Ambientais, Canoas* 11:41-52. <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/3571>

Ramos GQ, Fonseca Filho HD (2017) Composição química das ceras de plantas. *Scientia Amazonia* 6:17-21. <http://www.scientia-amazonia.org>. Acesso em 6 de janeiro de 2026

Rebouças NPB, Rodrigues LC, Pinto FR, Ferreira DL (2025) Primeiros registros da anatomia foliar e histoquímica de *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith na região amazônica: implicações ecológicas e terapêuticas. *Revista Observatório de La Economia Latinoamericana* 23: 1-20. <https://doi.org/10.55905/oelv23n10-078>

Rocha LA, Rocha AM, Pacheco ACL, Abreu MC (2015) Diferenças foliares morfoanatômicas de quatro espécies da família Anacardiaceae. *Caderno de Pesquisa, série Biologia* 27: 35-48 <https://doi.org/10.17058/CP.V27I2.6798>

Rodrigues AC, Amano E, Almeida SL (2015) *Anatomia Vegetal*. UFSCISBN: 978-85-61485-27-6. Florianópolis, Brasil

Rodrigues JD (2003) Fisiologia vegetal e sua importância na tecnologia de aplicação de defensivos. *Biológico*. 65:59-61, São Paulo, Brasil. https://biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v65_1_2/rodrigues.pdf. Acesso em 6 de janeiro de 2026

Santos DM, Sá RD, Randau KP (2017) Caracterização anatômica da lâmina foliar de *Mangifera indica*. In: *Anais do 5º encontro brasileiro para inovação terapêutica*, Recife. <https://proceedings.science/ebit/ebit-2017/trabalhos/caracterizacao-anatomica-da-lamina-foliar-de-mangifera-indica?lang=pt-br>. Acesso em 5 de janeiro de 2026

Santos AF, Santos LT, Nascimento MP, Oliveira EL, Ribeiro TG, Pereira FD, Lima GA, Gonçalves WT, Rocha MI, Feitosa TKM, Tavares SGS, Figueroa MEV, Pereira GG (2022) Revisão de três espécies medicinais e ornamentais da família Apocynaceae Juss. *Research, Society and Development*. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.24876>

Santos MCA, Freitas SP, Aroucha EMM, Santos ALA (2009) Anatomia e histoquímica de folhas e raízes de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don). *Biologia e Ciências da Terra* 9:24–30
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50016921004>. Acesso em 5 de dezembro de 2025

Soumya AH; Sampada VJ; Hemanth CN (2024) Review on Poisonous Plants Detection Using Machine Learning. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology* 4:186–195.
<https://doi.org/10.48175/IJARST-15328>

Silva AO, Costa LP, Lisboa MAN, Salesa WS, Calixto Júnior JT (2025) Anatomy and histochemistry of *Byrsonima coccolobifolia* Kunth leaves and *B. sericea* DC. (Malpighiaceae) from Chapada do Araripe as a subsidy for taxonomy and pharmacobotany. *Journal of Environmental Analysis and Progress* 10: 27-139
<https://doi.org/10.24221/jeap.10.3.2025.6504.127-139>

Silva JM, Matos RF, França TMS, Cortez PA, Edson-Chaves B (2023) Anatomia vegetal na perspectiva dos alunos de ensino superior do curso de Ciências Biológicas. *Revista Docência do ensino superior* 13:1-24. <https://doi.org/10.35699/2237-5864.2023.45706>

Silva Júnior OM, Santos SF, Kikuchi TYP, Senna CSF, Potiguara RCV (2005) A diminuição do tamanho dos estômatos da *Mangifera indica* mostra alteração na sua estrutura e esse fator é utilizado para bioindicação de poluentes aéreos.

Simões DF, Silva FQM (2023) Comparative study of the presence of toxic and medicinal plants in public squares of Riacho Fundo - DF. *International Journal of Biological and Natural Sciences* 3: 2-12.
<https://doi.org/10.22533/at.ed.813392322094>

Soares IFG, Paula CP, Souza Neto JD, Ferreira BC, Berilli APCG, Moulin MM (2024) Morphological diversity in varieties of *Catharanthus Roseus* [L.] G. Don. *Revista Observatorio de la economia Latinoamericana* 22: 2095-2111. <https://doi.org/10.55905/oelv22n1-109>

Vasconcelos J, Vieira JGP, Vieira EPP (2009) Plantas Tóxicas: Conhecer para Prevenir. *Revista Científica da Universidade Federal do Pará* 07:1-10.
<http://www.gege.agrarias.ufpr.br/plantastoxicass/textos/euphorbia%20milii.pdf>. Acessado em 05 de dezembro de 2025

Venâncio NAR, Zappa BM, Muniz CP, Amaral FM, Brandes AFN, Joffily A, Paiva SR (2024) Estruturas secretoras em plantas e a produção de óleos essenciais. *Revista Ciência Elementar*
<http://doi.org/10.24927/rce2024.037>

Vitarelli NCV, Riina R, Caruzo MBR, Cordeiro IC, Uertes-Aguiar J, Meira RMSA (2015) Foliar secretory structures in crotoneae (euphorbiaceae): diversity, anatomy, and evolutionary significance. *American Journal of Botany* 102:833-847. <https://doi.org/10.3732/ajb.1500017>

Tang HM, Jiang Q, Liu HY, Zhang F, Liu Q, Pu GB, Li J, Wang LN, Zhang YQ (2022) Glandular trichomes of medicinal plants: types, separation and purification, biological activities. *Biologia Plantarum* 66:219-227.
<https://doi.org/10.32615/bp.2022.027>

Thadeo M, Meira RMSA, Azevedo AA, Araújo JM (2009) Anatomia e histoquímica das estruturas secretoras da folha de *Casearia decandra* Jacq. (Salicaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 32:329-338.
<https://doi.org/10.1590/S0100-84042009000200012>

Werfel S, Rueff F, Przybilla B (2001) Anaphylactic reaction to *Ficus benjamina* (weeping fig). *National library of medicine*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11715387/>. Acesso em 10 de outubro de 2025

WINTERS, H. M. G. (2000) Plantas ornamentais tóxicas. Holambra, SP: Centro Paisagístico

CONCLUSÃO GERAL

A pesquisa enfatiza que a implementação da vegetação em praças urbanas de Altamira-PA ainda enfrenta desafios, principalmente relacionados à escolha inadequada das plantas, pois a seleção incorreta tem causado problemas estruturais, ambientais e até riscos para a saúde pública, especialmente quando envolve plantas com potencial tóxico. Nesse contexto, compreender as características dos vegetais, como origem, morfologia, necessidades de manejo e possíveis propriedades tóxicas, torna-se essencial não somente para prevenir intoxicações, mas também para uma melhor qualidade de vida da população através do incentivo à educação ambiental, quanto à seleção adequada de espécies para espaços públicos, contribuindo para o equilíbrio do ecossistema urbano.

Além disso, a análise anatômica e histoquímica foliar dessas plantas possibilitou a identificação de estruturas como epiderme, cutícula, tricomas, estômatos, organização do mesófilo, permitindo comparações taxonômicas entre as diferentes espécies. Contribuindo para a compreensão das adaptações dessas plantas ao meio ambiente e a diferentes condições de estresse, evidenciando mecanismos de defesa, como a diminuição da perda hídrica e a proteção contra herbívoros e patógenos. Outro aspecto relevante refere-se à identificação de substâncias primárias e secundárias presentes em estruturas vegetais, sejam elas secretoras ou não, o que amplia as possibilidades de aplicação em áreas como farmacêuticas, com a fabricação de medicamentos, na medicina no tratamento de doenças e no meio ambiente com a conservação das espécies e do equilíbrio ecológico com a valorização de espécies nativas. Assim, ter um entendimento detalhado das propriedades anatômicas, histoquímicas das espécies de plantas é essencial para a seleção apropriada do cultivo em zonas urbanas. Isso não apenas garante segurança, sustentabilidade, assim como uma melhor qualidade de vida para a comunidade, mas também influência em avanços científicos em diferentes áreas do conhecimento.

Apêndice

Apêndice 1. Lista com 122 espécies, distribuídas em 44 famílias, encontradas nas 18 praças de Altamira, Pará.

Família	Nome Científico	Nome Vernacular
Acanthaceae	<i>Megaskepasma erythrochlamys</i> Lindau	Justicia vermelha
	<i>Sanchezia oblonga</i> Ruiz & Pav.	Sanquêzia
Amaryllidaceae	<i>Hippeastrum puniceum</i> (Lam.) Voss.	Amarillys
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju, cajueiro
	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira
	<i>Spondias dulcis</i> G. Forst.	Cajá-manga
Apocynaceae	<i>Allamanda cathartica</i> L.	Alamanda
	<i>Allamanda blanchetii</i> A. DC	Alamanda-roxa
	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	Vinca
	<i>Plumeria pudica</i> Jacq.	Jasmim do caribe
	<i>Plumeria rubra</i> L.	Jasmim manga
Araceae	<i>Aglaonema commutatum</i> Schott	Aglaonema creta
	<i>Alocasia cucullata</i> (Lour.) G. Don	Alocasia
	<i>Colocasia gigantea</i> (Blume) Hook.f.	Orelha-de-elefante
	<i>Epipremnum pinnatum</i> (L.) Engl.	Jiboia
	<i>Philodendron burle-marxii</i> G.M. Barroso	Imbé
	<i>Philodendron imbe</i> Schott ex Kunth.	Filodendro
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Macaúba
	<i>Adonidia merrillii</i> (Becc.) Becc.	Palmeira-de-manila
	<i>Bismarckia nobilis</i> Hildebrandt & H.Wendl.	Palmeira bismark
	<i>Caryota urens</i> L.	Palmeira rabo-de-peixe
	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coqueiro/coco
	<i>Dypsis lutescens</i> (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf.	Palmeira areca-bambu
	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Açaí
	<i>Licuala grandis</i> (T.Moore) H.Wendl.	Palmeira leque
	<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R.Br. ex Mart.	Palmeira-de-leque
	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	Tamareira de jardim
	<i>Rhapis excelsa</i> (Thunb.) A. Henry	Palmeira-ráfis
	<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq) O. F. Cook	Palmeira imperial
	<i>Wodyetia bifurcata</i> A.K.Irvine	Palmeira-rabo-de- raposa
	<i>Agave americana</i> L.	Agave azul
	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Agave, piteira-do-

		caribe
	<i>Beaucarnea recurvata</i> (K.Koch & Fintelm.) Lem.	Pata-de-elefante
Asparagaceae	<i>Cordyline terminalis</i> (L.) Planch.	Coqueiro de vênus
	<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	Pau-d'água
	<i>Dracaena sanderiana</i> Sander	Bambu da sorte
	<i>Dracaena trifasciata</i> (Prain) Mabb	Espada-de-são-jorge, espada-de-santa-barbara
	<i>Furcraea foetida</i> (L.) Haw.	Pita
	<i>Yucca gloriosa</i> L.	Iúca
	<i>Yucca aloifolia</i> L.	Palmeira yucca
Asphodelaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Babosa
Asteraceae	<i>Cyanthillium cinereum</i> (L.) H.Rob.	Pequena erva-de-ferro
	<i>Tridax procumbens</i> L.	Erva-de-touro
	<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	Cosmo-amarelo
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	Coité/cabaça
	<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	Ipê amarelo
	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Ipê amarelo
	<i>Tabebuia avellanedae</i> Lorentz & Griseb	Ipê rosa
	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê branco
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Cacto samambaia
	<i>Selenicereus validus</i> S.Arias & U.Guzmán	Cacto figueira-da-índia
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Mamão
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	Embaúba
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti
Clusiaceae	<i>Clusia grandiflora</i> Splitg.	Cebola-brava
	<i>Clusia fluminensis</i> Planch. & Triana	Abaneiro
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Castanhola
Commelinaceae	<i>Tradescantia spathacea</i> Sw.	Abacaxi-roxo/anão-havaiano
	<i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D.R.Hunt	Trapoeira roxa
	<i>Tripogandra glandulosa</i> (Seub.) Rohweder	Trança-de-cigana
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i> subsp. <i>fistulosa</i> (Mart. ex Choisy) D.F. Austin	Ipomeia
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Abóbora
	<i>Luffa cylindrica</i> (L.) M. Roem.	Bucha
	<i>Momordica charantia</i> L.	Melão-de-são-caetano
Cycadaceae	<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	Cica, sagu-de-jardim

	<i>Cycas thouarsii</i> Gaudich.	Sagu-das-malucas
Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i> Ruiz & Pav.	Chapéu do panamá
Davalliaceae	<i>Nephrolepis exaltata</i> (L.) Schott	Samambaia americana
Euphorbiaceae	<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Rumph. ex A. Juss	Croton limão
	<i>Euphorbia millii</i> Des Moul	Coroa de cristo
	<i>Euphorbia tirucalli</i> L.	Avelóz
	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Mandioca
	<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona
Lamiaceae	<i>Melissa officinalis</i> L.	Erva cidreira
	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng.	Malva grossa
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Abacate, abacateiro
Leguminosae (ou Fabaceae)	<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata de vaca
	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f.	Cumaru
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucena
	<i>Lophanthera lactescens</i> Ducke	Chuva de ouro
	<i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urb.	Feijão-de-rola
	<i>Cenostigma macrophyllus</i> Tul.	Macharimbé
	<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	Flamboiã
	<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá cipó
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormideira
	<i>Ormosia paraensis</i> Ducke	Tento
	<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C. Lima & G.P.Lewis	Pau brasil
	<i>Senna alata</i> (L.) \ Roxb	Fedegoção
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> (L.) Pers.	Resedá rosa
Malphaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Ravenna	Paineira
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Acerola, aceroleira
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Hibisco
	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Hibisco/ vinagreira
	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	Algodão-de-praia
	<i>Theobroma Cacao</i> L.	Cacaueiro/cacau
Marantaceae	<i>Calathea ornata</i> (Lindl.) Körn.	Maranta, jacundá
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Nim/neem
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam	Jaca, jaqueira
	<i>Ficus benjamina</i> L.	Ficus
	<i>Morus nigra</i> L.	Amoreira
Musaceae	<i>Musa</i> spp.	Bananeira, banana

Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Eucalipto
	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira, goiaba
	<i>Syzygium Malaccense</i> (L.) Merr. & L. M. Perry	Jambeiro, jambo
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Primavera
Pandanaceae	<i>Pandanus utilis</i> Bory	Pandano, pinheiro-de-madagascar
	<i>Pandanus veitchii</i> hort.	Pandano
Passifloraceae	<i>Turnera subulata</i> Sm.	Chanana
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf	Capim-santo
	<i>Zea mays</i> L.	Milho
Portulacaceae	<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	Onze horas
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo
	<i>Ixora coccinea</i> L.	Ixora amarela
	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Morinda/noni
	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	Vassourinha-de-botão
Rutaceae	<i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck	Limão
	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranja
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Árvore-do-céu
Urticaceae	<i>Pilea involucrata</i> (Sims) Urbz.	Lua-do-vale-verde
Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i> L.	Pingo-de-ouro
	<i>Lantana camara</i> L.	Camará
Zingiberaceae	<i>Curcuma longa</i> L.	Curcuma, açafrão

