

ODAIR DE SOUZA FAGUNDES

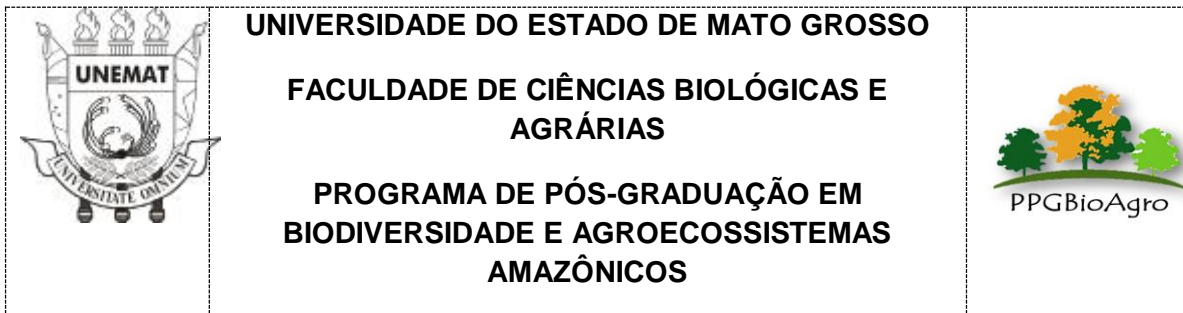
**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA FOLIAR E
MORFO-ANATOMIA DE NECTÁRIOS
EXTRAFLOAIS DE *Inga* Mill (FABACEAE) NA
REGIÃO NORTE DE MATO GROSSO**

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA-MT

2020

ODAIR DE SOUZA FAGUNDES	Diss. MESTRADO	PPGBioAgro 2020	



ODAIR DE SOUZA FAGUNDES

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA FOLIAR E MORFO-ANATOMIA DE NECTÁRIOS EXTRAFLORAIS DE *Inga Mill* (FABACEAE) NA REGIÃO NORTE DE MATO GROSSO

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientadora: Profa. Dra. Ivone Vieira da Silva
Coorientador: Prof. Dr. José Martins Fernandes

ALTA FLORESTA-MT

2020

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação

Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias

F151c FAGUNDES, Odair de Souza
Caracterização Anatômica Foliar e Morfo-Anatomia de Nectários Extraflorais de *Inga* Mill (Fabaceae) na Região Norte de Mato Grosso / Odair de Souza Fagundes – Alta Floresta, 2020.

72 f. ; 30cm. (ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Câmpus de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2020.

Orientadora: Ivone Vieira da Silva.

Coorientador: José Martins Fernandes.

1. Clado Mimosoide. 2. Similaridade. 3. Caracteres Anatômicos. 4. Estrutura Secretora. I. Odair de Souza Fagundes. II. Caracterização Anatômica Foliar e Morfo-Anatomia de Nectários Extraflorais de *Inga* Mill (Fabaceae) na Região Norte de Mato Grosso:.

CDU 582.736.1(817.2)

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA FOLIAR E
MORFO-ANATOMIA DE NECTÁRIOS
EXTRAFLORAIS DE *Inga* Mill (FABACEAE) NA
REGIÃO NORTE DE MATO GROSSO**

Odair de Souza Fagundes

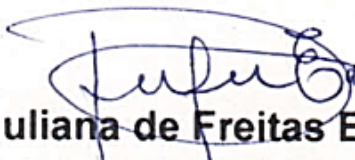
Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovada em: 21/02/2020



Prof.^a Dr.^a Ivone Vieira da Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT



Prof.^a Dr.^a Juliana de Freitas Encinas Dardengo

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT



Prof.^a Dr.^a Ana Paula de Souza Caetano
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

“Se você acha que educação é cara, experimente a
ignorância”

Derek Bok (ex-reitor da Universidade
de Harvard)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO GERAL	ix
GENERAL ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO GERAL	17
1.1. A família Fabaceae Lindl.....	17
1.2. O gênero <i>Inga</i> Mill.....	18
1.3. Nectários extraflorais.....	20
1.4. Breve caracterização do estado de Mato Grosso	21
1.5. Motivação da pesquisa	22
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
3. CAPÍTULOS:	
3.1. ANATOMIA FOLIAR COMPARADA DE <i>Inga</i> Mill (FABACEAE) NA REGIÃO NORTE DE MATO GROSSO	27
Resumo	28
Abstract	29
Introdução	30
Material e Métodos.....	32
Resultados	37
Discussão.....	43
Conclusões.....	46
Referências Bibliográficas	47

3.2. MORFO-ANATOMIA DE NECTÁRIOS EXTRAFLORAIS DE <i>Inga</i> Mill (FABACEAE) NA REGIÃO NORTE DE MATO GROSSO.....	52
Resumo	53
Abstract	54
Introdução	55
Material e Métodos.....	56
Resultados	58
Discussão.....	65
Conclusões.....	67
Referências Bibliográficas	68
4. CONCLUSÕES GERAIS	72

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

TABELA 1. Espécies de *Inga* Mill (Fabaceae) submetidas ao estudo anatômico foliar com ocorrência para o estado de Mato Grosso, Brasil..... 34

TABELA 2. Caracteres anatômicos foliares de 25 espécies de *Inga* Mill (Fabaceae) ocorrentes no Estado de Mato Grosso, Brasil.....36

TABELA 3. Relação da análise de agrupamento com as seções das vinte e cinco espécies de *Inga* Mill ocorrentes no estado de Mato Grosso, Brasil.....43

CAPÍTULO 2

TABELA 1. Morfologia de nectários extraflorais (NEFs) das espécies de *Inga* Mill submetida ao estudo morfo-anatômico no norte do estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Brasil.....59

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1. Mapa da área de estudo destacando os municípios do estado de Mato Grosso onde houveram coletas, Brasil. Fonte: Luciano D. Conceição.....33

FIGURA 2. Vista frontal das células epidérmicas de *Inga* Mill. Células epidérmicas com contorno sinuoso e estômatos paracíticos em *I. capitata* (A) e *I. nobilis* (D). Células epidérmicas com contorno curvo e estômatos paracíticos em *I. leiocalycina* (B e E) e *I. vera* (C e F). CE = Células epidérmicas, Est = Estômatos, Si = Sílica.....38

FIGURA 3. Vista transversal dos estômatos, câmara subestomática e supraestomática e cristas estomáticas de *I. edulis* (A), *I. velutina* (B), *I. macrophylla* (C) e *I. laurina* (D). Espessura da cutícula de *I. nobilis* (E), *I. obtusata* (F) e *I. disticha* (G). Tricomas tectores de *I. alba* (H), *I. acreana* (I), *I. disticha* (J e L) e *I. velutina* (K e M). Tricomas glandulares de *I. vera* (N), *I. velutina* (O e P), *I. edulis* (Q e R), *I. pilosula* (S). Crs = Crista estomática, Csb = Câmara subestomática, Csp = Câmara supraestomática, Cut = Cutícula, Ep = Epiderme, Est = Estômato, Pp = Parênquima paliçádico, Tg = Tricoma glandular, Tt = Tricoma tector.....39

FIGURA 4. Mesofilo de *I. heterophylla* (A), *I. cylindrica* (B), *I. nobilis* (C), *I. pezizifera* (D). Feixe vascular secundário de *I. alba* (E). Macroesclereídes de *I. obtusata* (F). Feixe vascular da nervura central de *I. striata* (G). Colênquima de *I. ingoides* (H) e *I. leiocalycina* (I). Braquiesclereídes de *I. velutina* (J). Cristais de oxalato de cálcio de *I. marginata* (K). Drusas de *I. acreana* (L e M). Metabólitos secundários de *I. striata* (N). Br = Braquiesclereídes, Co = Colênquima, Cr = Cristais de oxalato de cálcio, Dr = Drusas, Ep = Epiderme, Est = Estômato, Fb = Fibras esclerenquimáticas, Fl = Floema, Fv = Feixe vascular, Mr = Macroesclereídes, Ms = Metabólito secundário, Pl = Parênquima lacunoso, Pp = Parênquima paliçádico, Xi = Xilema.....40

FIGURA 5. Análise de agrupamento das 25 espécies arbóreas estudadas. Agrupamento por dissimilaridade em WPGMA, algoritmo de Jaccard.....42

CAPÍTULO 2

FIGURA 1. Mapa da área de estudo destacando o município de Alta Floresta, estado de Mato Grosso, Brasil. Fonte: Luciano D. Conceição.57

FIGURA 2. Sequência de procedimentos metodológicos. (A) Folha com nectários extraflorais (NEFs) de *I. vera*; (B) Material fixado em FAA50% nos frascos e conservado em etanol 70% nos microtubos eppendorfs; (C) NEFs imergidos em resina sintética nos histomoldes; (D) NEFs emblocados; (E) Secção transversal dos NEFs em micrótomo rotativo; (F e G) Coloração das secções em Azul de toluidina e lavagem em água destilada; (H) Laminário.....58

FIGURA 3. Secções transversais dos nectários extraflorais de *I. alba* (1A – 1D); *I. capitata* (1E – 1H); *I. chartaceae* (1I – 1M); *I. edulis* (1N – 1Q). Cr) Cristais de oxalato de Cálcio; Ct) Cutícula; Ep) Epiderme; Es) Espaços conspícuos; Fl) Floema; Pn) Parênquima nectarífero; Pp) Parênquima de preenchimento; Ps) Parênquima subnectarífero; Tf) Terminação de floema; Tt) Tricoma tector; Tv) Tecido vascular; Xi) Xilema.....60

FIGURA 4. Secções transversais dos nectários extraflorais de *I. heterophylla* (2A – 2D); *I. ingoides* (2E – 2H); *I. laurina* (2I – 2M); *I. marginata* (2N – 2Q). Cr) Cristais de oxalato de Cálcio; Ct) Cutícula; Ep) Epiderme; Es) Espaços conspícuos; Fl) Floema; Pn) Parênquima nectarífero; Pp) Parênquima de preenchimento; Ps) Parênquima subnectarífero; Seta) Ruptura de tecido; Tf) Terminação de floema; Tt) Tricoma tector; Tv) Tecido vascular; Xi) Xilema.61

FIGURA 5. Secções transversais dos nectários extraflorais de *I. macrophylla* (3A – 3D); *I. nobilis* (3E – 3I); *I. pezizifera* (3J – 3M). Cristais de oxalato de Cálcio; Ct) Cutícula; Ep) Epiderme; Es) Espaços conspícuos; Fl) Floema; Pn) Parênquima nectarífero; Pp) Parênquima de preenchimento; Ps) Parênquima

subnectarífero; Seta) Ruptura de tecido; Tf) Terminação de floema; Tt) Tricoma tector; Tv) Tecido vascular; Xi) Xilema.....62

FIGURA 6. Secções transversais dos nectários extraflorais de *I. pilosula* (4A – 4D); *I. striata* (4E – 4H); *I. velutina* (4I – 4L) e *I. vera* (4M – 4P). Cr) Cristais de oxalato de Cálcio; Ct) Cutícula; Ep) Epiderme; Es) Espaços conspícuos; Fl) Floema; Pn) Parênquima nectarífero; Pp) Parênquima de preenchimento; Ps) Parênquima subnectarífero; Tf) Terminação de floema; Tt = Tricoma tector; Tv) Tecido vascular; Xi) Xilema.....63

RESUMO GERAL

FAGUNDES, Odair de Souza. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Dezembro de 2019. **Caracterização anatômica foliar e morfo-anatomia de nectários extraflorais de *Inga* Mill (Fabaceae) na região norte de Mato Grosso.** Orientadora: Ivone Vieira da Silva. Co-orientador: José Martins Fernandes.

O estudo da anatomia foliar e estruturas secretoras para gêneros neotropicais ainda é insipiente, principalmente se tratando de espécies arbóreas. Nesse estudo avaliamos a similaridade de 25 espécies e a morfo-anatomia de nectários extraflorais de 15 espécies do gênero *Inga* Mill. Coletamos amostras foliares e submetemos às técnicas usuais à mão livre para obtenção de secções transversais e paradérmicas. As análises e registros dos caracteres anatômicos foram feitas em fotomicroscópios. Seleccionamos 29 caracteres anatômicos observados numa matriz de presença (1) ou ausência (0) e a partir daí propomos agrupamentos em um dendrograma pelo método WPGMA. Para análise morfo-anatômica dos nectários extraflorais, coletamos e fixamos o material em FAA50% e acondicionamos em etanol 70%. Incluímos as amostras em resina sintética e seccionamos longitudinalmente em micrótomo rotativo. Coramos as secções com azul de toluidina e montamos lâminas permanentes. Predominantemente as espécies de *Inga* apresentam epiderme com parede sinuosa em ambas as faces, tricoma tector unicelular, estômatos nivelados às demais células epidérmicas, cristas estomáticas, câmara subestomática conspícuas, mesofilo dorsiventral e cristais de oxalato de cálcio na nervura central. Os nectários extraflorais possuem três tipos estruturais e apresentam três zonas distintas, sendo zona secretora (epiderme e parênquima nectarífero), zona intermediária (parênquima subnectarífero) e zona vascular. Os caracteres anatômicos foliares distinguiram especificamente 52% espécies de *Inga* em 4 grupos principais e mostrou que espécies da mesma seção do gênero não se agruparam entre si. O padrão anatômico dos nectários extraflorais para as espécies do gênero é diverso e o mecanismo de exsudação de néctar se dá por ruptura epidérmica e cuticular.

Palavras-chave: Mimoside, Ingá, Similaridade, Estrutura secretora.

GENERAL ABSTRACT

FAGUNDES, Odair de Souza. M.S. Universidade do Estado de Mato Grosso, Março de 2014. **Leaf anatomical characterization and morpho-anatomy of *Inga* Mill (Fabaceae) extrafloral nectaries in the northern region of Mato Grosso.** Adviser: Ivone Vieira da Silva. Co-adviser: José Martins Fernandes.

The study of leaf anatomy and secretory structures for Neotropical genera is still incipient, especially in the case of tree species. In this study we evaluated the similarity of 25 species and the morpho-anatomy of extrafloral nectaries of 15 species of the genus *Inga* Mill. We collected leaf samples and subjected to the usual freehand techniques to obtain transversal and paradermic sections. The analyzes and records of the anatomical characters were made in photomicroscopes. We selected 29 anatomical characters observed in a presence (1) or absence (0) matrix and from there we propose groupings in a dendrogram by the WPGMA method. For morpho-anatomical analysis of extrafloral nectaries, we collected and fixed the material in 50% FAA and conditioned in 70% ethanol. We included the samples in synthetic resin and sectioned longitudinally in a rotating microtome. We stained the sections with toluidine blue and set up permanent slides. Predominantly *Inga* species have an epidermis with a sinuous wall on both sides, a single-celled trichome, stomata flush with the other epidermal cells, stomatic ridges, conspicuous substomatic chamber, dorsiventral mesophyll and calcium oxalate crystals in the central vein. Extrafloral nectaries have three structural types and have three distinct zones, the secretory zone (epidermis and nectariferous parenchyma), intermediate zone (subnectariferous parenchyma) and vascular zone. The leaf anatomical characters specifically distinguished 52% species of *Inga* in 4 main groups and showed that species from the same section of the genus did not group together. The anatomical pattern of extrafloral nectaries for the species of the family is diverse and the mechanism of exudation of nectar occurs through epidermal and cuticular rupture.

Keywords: Mimoside, *Ingá*, Similarity, Secretory structure.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.2. A família Fabaceae Lindl

A Família Fabaceae Lindl., também denominada de Leguminosae compõe no mundo aproximadamente 766 gêneros e 19.580 espécies, é considerada a terceira maior família de angiospermas, tradicionalmente subdividida em três subfamílias: Mimosoideae, Papilionoideae e Caesalpinioideae (LEWIS *et al.*, 2005; DUTRA, 2008). Apresenta distribuição geográfica cosmopolita, exceto na Antártida e atualmente aparece subdividida em seis subfamílias: Duparquetioideae, Cercidoideae, Detarioideae, Dialioideae, Caesalpinioideae e Papilionoideae (LPWG, 2017).

No Brasil a família possui 222 gêneros, 2.848 espécies, sendo 1.541 consideradas endêmicas, com 615 registros para o estado de Mato Grosso e 1138 para o domínio fitogeográfico amazônico (FLORA DO BRASIL, 2020). Ducke (1949) publicou “As Leguminosas da Amazônia Brasileira”, com chave de identificação para os gêneros, diagnoses, distribuição geográfica, fitogeografia e nomes populares de 785 espécies. Silva *et al.* (1988) publicaram uma lista prévia das leguminosas na Amazônia com 1.241 espécies.

Em análise da coleção do Herbário da Amazônia Meridional (HERBAM), em Alta Floresta (MT), por meio de coletas realizadas na região norte do estado, nos municípios de Apiacás, Paranaíta, Alta Floresta, Nova Canaã do Norte, Novo Mundo, Tabaporã, Itaúba, Ipiranga do Norte, Colíder, Cláudia, Sinop, Parque Nacional do Juruena e Parque Estadual do Cristalino, verificamos que o HERBAM está representado por 59 gêneros e 153 espécies de Leguminosae, distribuídas principalmente entre os gêneros *Inga* com 22 espécies, *Senna* com 12 espécies, *Bauhinia* com 8 espécies, *Mimosa* com 7 espécies, *Chamaecrista* com 6 espécies, *Machaerium* e *Swartzia* com 5 espécies cada, *Zygia* e *Parkia* com 4 espécies cada (FERNANDES *et al.*, 2015).

Uma observação feita por Silva & Silva (2014) é que as Leguminosas aparecem como um dos elementos dominantes da flora, representando até cerca de 17% do total de espécies em regiões tropicais.

Estudos do componente arbóreo apontam para Fabaceae como sendo a família mais rica e mais importante nos mais diversos domínios e fitofisionomias (ALMEIDA *et al.*, 2014; CARMO & ASSIS, 2012; LOSCHI *et al.*, 2013; PENNINGTON *et al.*, 2009). De acordo com Gentry (1982), as Leguminosae constituem uma família dominante em formações neotropicais, apresentando maior riqueza especialmente em locais com marcante estacionalidade climática.

Leguminosae é também considerada a segunda maior família com potencial econômico devido à alta produção de: sementes, legumes, folhas, raízes e flores, correspondendo a cerca de 30% do consumo de proteína no mundo (LEWIS & OWEN, 1989; GRAHAN & VANCE, 2003; FERNANDES *et al.*, 2014), à exemplo da soja, a maior commodity brasileira. As espécies dessa família desempenham papéis ecológicos diversos, contribuem de forma significativa para a diversidade regional (SILVA & SOUZA-LIMA, 2013), possui capacidade de fixar nitrogênio da atmosfera, por simbiose. Essas têm sido cultivadas em meio a outras culturas em sistemas diversificados, podendo ser utilizadas também como adubo verde e forrageira, madeireiro para construção, utensílios tecnológicos, combustível, medicinal, ornamental, sombra, entre outros usos (FERNANDES *et al.*, 2014).

1.2. O gênero *Inga* Mill

O gênero *Inga* diversificou-se no neotrópico nos últimos 2 milhões de anos e atualmente compreende cerca de 300 espécies de árvores restritas às florestas tropicais da América, compõe as florestas tropicais de terras baixas e montanhosas em toda a zona tropical úmida desde o norte do México ao norte do Uruguai, com maior diversidade de espécies concentrada próximo aos Andes no Peru, Equador, Colômbia e dentro desta área ocupa uma grande variedade de habitats, abundantes em climas úmidos não sazonais e também em áreas sazonalmente secas (PENNINGTON, 1997; STEVENS, 2017).

No que diz respeito à distribuição desse gênero no Brasil, Lobato *et al.*, (2013) analisaram pontos de ocorrência de mais de 20 mil espécimes depositados nas coleções de todo o Brasil e encontraram o maior número de

espécies para o bioma Amazônico, 114 respectivamente. Número esse que está acima do citado no banco de dados do Flora do Brasil, que indicam 97 espécies para o bioma amazônico (FLORA DO BRASIL, 2020). Essa discrepância no número de espécies do gênero contesta a lista de espécies da flora do Brasil, que segundo Lobato *et al.*, (2013), se encontra defasada, muito por motivo da morosidade na análise das exsicatas para confirmação de identificação.

As espécies desse gênero apresentam potencial econômico, sendo utilizada para fins de reflorestamento, fitoterapia, produção de energia e alimentação (SOUSA *et al.*, 2011). Os Ingás como popularmente são conhecidos também possuem importância ecológica de manutenção do equilíbrio natural, fornecendo néctar, pólen, frutos, sementes e sarcotesta para a fauna local (POSSETTE & RODRIGUES, 2010).

O grupo caracteriza-se basicamente por apresentar porte arbóreo, inermes, com ramos cilíndricos ou estriados. Suas folhas podem ser pinadas, paripinadas, 2-multifolioladas. Nectários foliares presentes na raque entre os folíolos, apêndice terminal geralmente presente, raque foliar geralmente alada, raramente marginada ou sem ala, folíolos simétricos, opostos e nervura principal central. As inflorescências são em racemos, capituliformes, espiciformes ou umbeladas, axilares ou terminais. Suas flores são sésseis ou pediceladas, 5-7mera, homórficas, cálice valvar, lacínias regulares ou irregulares, corola valvar, lacínias regulares, androceu com mais de dez estames, filetes concrecidos em tubo estaminal exserto ou incluso, anteras sem glândulas, gineceu unicarpelar raramente pluricarpelar e dialicarpelar. O fruto é do tipo legume, indeiscente ou tardiamente deiscente, polispérmico, faces abertas ou cobertas pelas margens, margens estreitas ou espessas, com ou sem estrias longitudinais, coriáceos, papiráceos ou lenhosos. As sementes com sarcotesta carnosa, adocicada, comestível e pleurograma ausente (FLORA DO BRASIL, 2020).

Nos últimos 10 anos os estudos de anatomia foliar do gênero *Inga* que são encontrados na literatura, em sua maioria, tratam-se da investigação de poucas espécies ou de espécie isolada, a exemplo das espécies estudadas

nos trabalhos realizados por Pireda *et al.*, (2018 e 2018b), Silva *et al.*, (2012), Junglos *et al.*, (2017), Souza *et al.*, (2015), Braz *et al.*, (2012) e Silva *et al.*, (2014) que estudaram as espécies de *I. alba*, *I. cylindrica*, *I. edulis*, *I. laurina*, *I. marginata*, *I. vera* e Fernandes (2011) que estudou a diversidade morfológica, taxonômica e anatômica de Ingeae no estado de Minas Gerais.

1.3. Nectários Extraflorais - NEFs

Os nectários são estruturas secretoras que ocorrem na superfície de alguns grupos de plantas, sendo especializados na secreção de solução adocicada (néctar) (COUTINHO *et al.*, 2012). De maneira geral são classificados como nectários florais, quando localizados nas partes florais das plantas e nectários extraflorais (NEFs), estes localizados nos órgãos vegetativos, cujas informações sobre a estrutura morfoanatômica, composição e funções ainda são escassas (COUTINHO *et al.*, 2012).

Os nectários extraflorais são registrados para mais de 100 famílias de angiosperma, aproximadamente 4017 espécies. A família Fabaceae apresenta nectários extraflorais em aproximadamente 920 espécies distribuídas em 98 gêneros. É detentora do maior número de espécies e com maior diversidade de nectários extraflorais que provavelmente desempenharam papel evolutivo na diversificação dos clados dessa família, no entanto, sua anatomia tem sido pouco estudada (WEBER *et al.*, 2015).

Os nectários foliares apresentam uma ampla variedade de forma e distribuição e é uma característica quase universal para o gênero *Inga*. Normalmente, um único nectário está presente na raque foliar entre cada par de folíolos, mas podem apresentar entre 2-3 nectários presentes no mesmo nó ou na nervura central, isoladamente ou vários. A forma do nectário varia de pulvinato, plano, pateliforme e ciforme. A estrutura do nectário é útil contribuindo na identificação das espécies, onde é possível encontrar uma variação considerável no comprimento, largura e no formato que podem sofrer modificações em resposta ao ambiente em que as espécies são encontradas, como no caso de altas altitudes, onde o nectário foliar pode ficar reduzido ou ausente. A importância ecológica dos nectários está no estabelecimento de

interação com muitos insetos, especialmente formigas e vespas que defendem a planta contra os herbívoros em troca de néctar (PENNINGTON, 1997).

Nos últimos 10 anos são encontrados na literatura estudos de morfo-anatomia e histoquímica de nectários extraflorais em Fabaceae e pouquíssimos trabalhos com o gênero *Inga*, a exemplo de Pireda *et al.* (2018), que trabalharam especificamente a espécie *I. edulis* (Vell.) Mart.; Gonzalez & Marazzi (2018) que descreveram anatomicamente os nectários extraflorais de 12 espécies de 10 gênero de Fabaceae, mas nenhuma do gênero *Inga*; Coutinho *et al.* (2012) descreveram anatomicamente os nectários de 8 espécies do gêneros *Chamaecrista* Moench; Machado *et al.* (2008) descreveram a morfologia de nectários extraflorais para 40 espécies de diferentes famílias do Cerrado Brasileiro, mas nenhuma espécie do gênero *Inga* e Melo *et al.* (2010a) e (2010b) descreveram a anatomia e a morfologia dos nectários extraflorais de 35 espécies de Fabaceae de Floresta Sazonalmente Seca (Caatinga) no Brasil, incluindo a espécies *I. vera* Willd. Nota-se que a pesquisa sobre a morfo-anatomia de estruturas secretoras, especialmente nectários extraflorais são recentes no Brasil, onde as mais valiosas contribuições para a ciência foram feitas nos últimos 10 anos e o mais importante ainda, espécies de *Inga* são pouquíssimos estudadas, apenas duas espécies foram citadas nos trabalhos acima.

1.4. Breve caracterização do estado de Mato Grosso

O território do Estado de Mato Grosso é formado pelos Biomas Amazônia (53,6%), Cerrado (39,6%) e Pantanal (6,8%) (IBGE, 2012). É um dos estados da região Centro-Oeste e o terceiro maior estado da federação brasileira que compõem a Amazônia legal (IBGE, 2014; MORENO *et al.*, 2005). O estado se destaca pela riqueza de sua flora estimada em 6.661 espécies entre Angiosperma, Briófitas, Gimnospermas, Samambaias e Licófitas (FLORA DO BRASIL, 2020), dentre estas, muitas espécies florestais, frutíferas, palmáceas, forrageiras e medicinais apresentam potencial para uso na agricultura, melhoramento genético e na indústria (SEMA, 2009; BONINI *et al.*, 2013).

O Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (IMEA, 2017) apresenta uma divisão do estado de Mato Grosso em sete macrorregiões, entre essas, a macrorregião norte que é composta por dezoito municípios, sendo a cidade de Alta Floresta um dos principais polos econômicos do norte do estado. O clima nestes municípios é predominantemente quente e úmido, com temperaturas médias anuais acima de 24°C, pluviosidade média anual acima de 2.400 mm, com uma estação seca definida entre 3 a 5 meses e com tipo de clima Am e Aw (Monção e Tropical com estação seca) conforme classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013; FERNANDES *et al.*, 2015; ZAPPI *et al.*, 2011). A vegetação é composta por Floresta Ombrófila Densa e Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Decidual, Campinarana, Campo Rupestre, Floresta Estacional Perenifólia, além de variações entre as fitofisionomias, criando grande heterogeneidade florística (IVANAUSKAS *et al.*, 2008; ZAPPI *et al.*, 2011).

1.5. Motivação da pesquisa

Baseado no contexto apresentado, este estudo teve como principal objetivo estudar pela primeira vez espécies de *Inga* Mill, ocorrentes no norte do estado de Mato Grosso, região do portal da Amazônia. Para isso, dividimos o trabalho em dois capítulos, o primeiro possui o objetivo de analisar a similaridade entre 25 espécies de *Inga* Mill ocorrentes no norte do estado de Mato Grosso e detectar caracteres que sejam potenciais para subsidiar e contribuir para estudos taxonômicos e filogenéticos do gênero via caracterização anatômica foliar. O segundo capítulo possui o objetivo de fornecer novas evidências sobre a morfo-anatomia de nectários extraflorais para o gênero e seu mecanismo de liberação de néctar.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. F.; FAGG C. W.; OLIVEIRA, M. C.; MUNHOZ, C. B. R.; LIMA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. B. Floristic and structural changes in the cerrado sensu stricto over 27 years (1985-2012) at Fazenda Água Limpa, Brasília, DF. **Rodriguésia**, v. 65, n. 1, p. 1-19, 2014.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BONINI, I. PESSOA, M. J. G. JUNIOR, S. S. Faces da produção agrícola na Amazônia mato-grossense: tipos de exploração, origem dos agricultores e impactos na conservação ambiental em Alta Floresta (MT). **Revista Novos Cadernos NAEA**, v. 16, n. 1, p. 173-190, 2013.

BRAZ, M. S. S.; FREITAS, S. L. S.; CAMPOS, M. A. L.; MIRANDA, D. D. O. A.; COSME, M. C. Caracterização morfológica do fruto, semente, plântula e planta jovem e germinação de *Inga ingoides* (Rich) Willd. **Cerne**, v. 18, n. 3, p. 353-360, 2012.

CARMO, M. R. B.; ASSIS, M. A. Caracterização florística e estrutural das florestas naturalmente fragmentadas no Parque Estadual do Guartelá, município de Tibagi, estado do Paraná. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 133-145, 2012.

COUTINHO, I. A. C.; FRANCINO, D. M. T.; AZEVEDO, A. A.; MEIRA, R. M. S. A. Anatomy of the extrafloral nectaries in species of *Chamaecrista* section *Absus* subsection *Baseophyllum* (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Flora**, v. 207, p. 427-435, 2012.

DUCKE, A. **As leguminosas da Amazônia brasileira**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura – Serviço Florestal, 1949, 170p.

DUTRA, V. F.; GARCIA, F. C. P.; LIMA, H. C. Caesalpinioideae (Leguminosae) nos Campos Rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 2, p. 547-558, 2008.

FERNANDES, J. M.; GARCIA, F. C. P.; AMOROZO, M. C. M.; SIQUEIRA, L. C.; MAROTTA, C. P. B.; CARDOSO, I. M. Etnobotânica de Leguminosae entre agricultores agroecológicos na Floresta Atlântica, Araponga, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, n. 2, p. 539-554, 2014.

FERNANDES, J. M. **Ingeae Benth. (Leguminosae, Mimosoideae) no estado de Minas Gerais, Brasil: Taxonomia, morfoanatomia de nectários extraflorais e padrões de distribuição geográfica**. 2011. 298f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2011.

FERNANDES, J. M.; SOARES-LOPES, C. R.; RIBEIRO, R. S.; SILVA, D. R. Leguminosae no acervo do Herbário da Amazônia Meridional, Alta Floresta, Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 2272-2293, 2015.

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. **Fabaceae**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB115>>. Acesso em: 07 Jan. 2020.

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. **Inga Mill.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22803>>. Acesso em: 08 Jan. 2020.

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 07 Jan. 2020.

GENTRY, A. H. Patterns of neotropical plant species diversity. **Evolutionary biology**, p. 1-84, 1982.

GONZALEZ, A. M.; MARAZZI, B. Extrafloral nectaries in Fabaceae: filling gaps in structural and anatomical diversity in the family. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 20, p. 1-20, 2018.

GRAHAM, P.H.; VANCE, C.P. Legumes: importance and constraints to greater use. **Plant Physiology**, v. 131, n. 3, p. 872-877, 2003.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manuais Técnicos em Geociências. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Sistema fitogeográfico; Inventário das formações florestais e campestres; Técnicas e manejo de coleções botânicas; Procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manuais Técnicos em Geociências. Mapa temático: Amazônia Legal - 2014. Escala 1:15.000.000. Rio de Janeiro: Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/amazonia-legal>>. Acesso em: 01 Jun. 2018.

IMEA - Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária. **Mapa das Macrorregiões do IMEA**. Mato Grosso/Brasil, 2017.

IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. Classificação fitogeográfica das florestas do Alto Rio Xingu. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 3, p. 387-402, 2008.

JUNGLOS, M. S.; JUNGLOS, F. S.; BRANDANI, J. Z.; DRESCH, D. M.; SCALON, S. P. Q.; MORAIS, G. A.; PEREIRA, Z. V.; MUSSURY, R. M. Avaliação da espessura dos tecidos foliares de *Inga vera* Willd. submetidos a diferentes intensidades de luz. In: Simpósio científico sobre recursos naturais, I SCRN, Dourados – MS, 2017.

LEWIS, G. P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. Legumes of the World. **Royal Botanic Gardens**, Kew. 2005.

LEWIS, G.P. & OWEN, P.E. **Legumes of the Ilha de Maracá**. Royal Botanic Gardens, Kew, 1989, 95p.

LOBATO, F. F.; DAMASCENA, L. S.; NASCIMENTO, F. H.; DE QUEIROZ, L. P. Distribuição do gênero *Inga* Mill no Brasil. In: Congresso Nacional de Botânica, 64^o CNBot, Belo Horizonte – MG, 2013.

LOSCHI, R. A.; PEREIRA, J. A. A.; MACHADO, E. L. M.; CARLOS, L.; GONZAGA, A. P. D.; CARMO, I. P.; GOMES, D. J. S. Structural and environmental variations in a continuum of gallery forest/savana stricto sensu in Itumirim, MG. **Cerne**, v. 19, n. 2, p. 213-227, 2013.

LPWG - THE LEGUME PHYLOGENY WORKING GROUP. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. **Taxon**, v. 66, n. 1, p. 44–77, 2017.

MACHADO, S. R.; MORELLATO, L. P. C.; SAJO, M. G.; OLIVEIRA, P. S. Morphological patterns of extrafloral nectaries in woody plant species of the Brazilian cerrado. **Plant Biology**, v. 10, p. 660–673, 2008.

MELO, Y.; CÓRDULA, E.; MACHADO, S. R.; ALVES, M. Morfologia de nectários em Leguminosae *sensu lato* em áreas de caatinga no Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 4, p. 1034-1045, 2010a.

MELO, Y.; MACHADO, S. R.; ALVES, M. Anatomy of extrafloral nectaries in Fabaceae from dry-seasonal forest in Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 163, p. 87-98, 2010b.

MORENO, G.; HIGA, T. C. S.; MAITELI, G. T. Geografia de Mato Grosso: Território, sociedade e ambiente. Entre linhas, Cuiabá, 2005, 296p.

PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 40, p. 437-457, 2009.

PENNINGTON, T. D. **The genus Inga**: Botany. Kew, Royal Botanic Gardens. 1997, 844p.

PIREDA, S.; DE CASTRO MIGUEL, E.; XAVIER, V.; CUNHA, M. Morpho-anatomical and ultrastructural analysis of extrafloral nectaries in *Inga edulis* (Vell.) Mart. (Leguminosae). **Nordic Journal of Botany**, v. 36, p. 1-18, 2018.

PIREDA, S.; FERREIRA, G. A.; CAMPBELL, G.; OLIVEIRA, D. S.; CUNHA, M. Caracterização anatômica do lenho de espécies co-ocorrentes em restinga e floresta estacional semidecidual. In: Congresso florestal latino americano, VII CONFLAT, Vitória – ES, 2018b.

POSSETTE, R. F. S.; RODRIGUES, W. A. O gênero *Inga* Mill. (Leguminosae – Mimosoideae) no estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24 n. 2, p. 354-368, 2010.

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA-MT). **Estudo de impacto ambiental – EIA, UHE Colíder**. Mato Grosso, 2009. V II. 218p.

SILVA, M. F.; CARREIRA, L. M. M.; TAVARES, A. S.; RIBEIRO, I. G.; JARDIM, M. A. G.; LOBO, M. G. A.; OLIVEIRA, J. As Leguminosas da Amazônia brasileira: lista prévia. **Acta Botanica Brasilica**, v. 2, p. 193-237, 1988.

SILVA, M. S.; DOS REIS, C.; PONTES-PIRES, A. F. P. Caracterização anatômica foliar de cinco espécies da família Fabaceae ocorrentes em Sinop, MT. **Scientific Electronic Archives**, v. 1, p. 16-19, 2012

SILVA, E. F. R.; REIS, A. R. S.; CARVALHO, J. C.; LISBOA, P. L. B.; URBINATI, C. V. Anatomia sistemática do lenho de espécies de Fabaceae. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19; p. 128-155, 2014.

SILVA-SILVA, W. L.; ROCHA, A. E.; SANTOS, J, U, M. Leguminosae em savanas do estuário amazônico brasileiro. **Rodriguésia**, v. 65, n. 2, p. 329-353. 2014.

SILVA, R. R.; SOUZA-LIMA, E. S. Fabaceae in the São Francisco River sub-basin, Nova Marilândia, Mato Grosso, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 2, p. 297-302, 2013.

SOUSA, J. S.; BASTOS, M. N. C.; GURGE, E. S. C. O gênero *Inga* (Leguminosae-Mimosoideae) na Província Petrolífera de Urucu, Coari, Amazonas, Brasil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 2, p. 283-297, 2011.

SOUZA, M. J. C.; SILVA, K. S.; PERDIGÃO, C. R. V.; SILVA, G. R.; PIRES, M. R.; MORI, F. A.; JÚNIOR, J. A. S.; SILVA, C. B. R.; MELO, L. E. L. Estrutura anatômica e propriedades físicas da madeira de *Inga alba* (Sw.) Willd. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira, II CBCTEM, Belo Horizonte – MG, 2015.

STEVENS, P. F. Site de filogenia de angiospermas. Versão 14, julho de 2017.

WEBER, M. G.; PORTURAS, L. D.; KEELER, K.H. **World list of plants with extrafloral nectaries**. 2015. Disponível em: <<http://www.extrafloralnectaries.org>>. Acesso em: 13 Jun. 2018.

ZAPPI, D. C.; SASAKI, D.; MILLIKEN, W.; IVA, J.; HENICKA, G. S.; BIGGS, N.; FRISBY, S. Plantas vasculares da região do Parque Estadual Cristalino, Norte de Mato Grosso, Brasil. **Acta Amazônica**, v.41, p. 29-38, 2011.

3. CAPÍTULOS

3.1. ANATOMIA FOLIAR COMPARADA DE *Inga* Mill (FABACEAE) NA REGIÃO NORTE DE MATO GROSSO, BRASIL.

Resumo – (Anatomia foliar comparada de *Inga* Mill (Fabaceae) na região norte de Mato Grosso). As fitofisionomias amazônicas ocupam um território de mais de 50% do estado de Mato Grosso entre as regiões Norte e Oeste, contribuem para uma grande diversidade de espécies, no entanto, os estudos mais específicos a respeito dessa pluralidade florística do estado ainda são insipientes. Baseado nesse contexto, nosso objetivo foi estudar pela primeira vez as características anatômicas da lâmina foliar de 25 espécies de *Inga* Mill ocorrentes no estado de Mato Grosso como para a Amazônia brasileira a fim de testar a possibilidade de contribuição taxonômica para o gênero a partir da anatomia da folha, e assim, ampliar o acervo de informações para esse gênero neotropical. Coletamos as amostras foliares das vinte e cinco espécies e submetemos às técnicas usuais à mão livre para obtenção de seções transversais e paradérmicas. As análises e registros dos caracteres anatômicos foram feitas em fotomicroscópio. Seleccionamos 29 caracteres anatômicos observados nas 25 espécies numa matriz de presença (1) ou ausência (0) para avaliação das similaridades entre as espécies por meio de agrupamentos e geramos um dendrograma em WPGMA. Consideramos 8 caracteres anatômicos como predominantes e 7 como raros. Os caracteres predominantes estão presentes em 84% das espécies enquanto que os caracteres raros em apenas 16% das espécies. Predominantemente as espécies de *Inga* apresentam epiderme com parede sinuosa em ambas as faces, tricoma tector unicelular, estômatos nivelados às demais células epidérmicas, cristas estomáticas, câmara subestomática conspícua, mesofilo dorsiventral e cristais de oxalato de cálcio na nervura central. No entanto, a presença de câmara subestomática inconspícua, ausência de cristas estomáticas, presença de paredes curvas nas células epidérmicas adaxiais, presença de sílica nas células epidérmicas e cutícula espessa colaboraram para a distinção de 52% das espécies e as dividiu em quatro grupos principais. A análise do agrupamento por similaridade em relação às seções do gênero mostra que as espécies não se agruparam entre si, o que nos levou à propor duas novas hipóteses para as seções do gênero *Inga*.

Palavras-chave: Ingeae, Clado Mimosoide, Ingá, Caracteres Anatômicos.

Abstract - (Comparative leaf anatomy of *Inga* Mill (Fabaceae) in the northern region of Mato Grosso). Amazonian phytophysiognomies occupy a territory of more than 50% of the state of Mato Grosso between the North and West regions, they contribute to a great diversity of species, however, the more specific studies regarding this floristic plurality of the state are still incipient. Based on this context, our objective was to study for the first time the anatomical characteristics of the leaf blade of 25 species of *Inga* Mill occurring in the state of Mato Grosso as for the Brazilian Amazon in order to test the possibility of taxonomic contribution to the genus from anatomy of the leaf, and thus, expand the collection of information for this neotropical genus. We collected the leaf samples of the twenty-five species and submitted to the usual freehand techniques to obtain transversal and parapermic sections. The analyzes and records of the anatomical characters were made using a photomicroscope. We selected 29 anatomical characters observed in the 25 species in a presence (1) or absence (0) matrix to assess the similarities between species through clusters and generate a WPGMA dendrogram. We considered 8 anatomical characters as predominant and 7 as rare. The predominant characters are present in 84% of the species while the rare characters are present in only 16% of the species. Predominantly, *Inga* species have an epidermis with a sinuous wall, a single-celled trichome, stomata flush with other epidermal cells, stomatic ridges, conspicuous substomatic chamber, dorsiventral mesophyll and calcium oxalate crystals. However, the presence of inconspicuous substomatic chamber, absence of stomatal ridges, presence of curved walls in adaxial epidermal cells, presence of silica and thick cuticle contributed to the distinction of 52% of the species and divided them into four main groups. The analysis of the grouping by similarity in relation to the sections of the genus showed that the species were not grouped together, which led us to propose two new hypotheses for the sections of the genus *Inga*.

Keywords: Ingeae, Climos Mimosoide, Ingá, Anatomical Characters.

Introdução

Registros fósseis de Fabaceae Lindl., apontam que seus principais clados se formaram por volta de 60 milhões de anos atrás e atualmente apresentam distribuição cosmopolita, somando aproximadamente 19.580 espécies distribuídas em 766 gêneros e 6 subfamílias, com representantes em quase todos os biomas do globo até mesmo em habitats mais extremos (STEVENS, 2017). As espécies dessa família compõem as florestas tropicais úmidas de várzea, florestas secas e savanas ao longo dos trópicos, regiões mediterrâneas, desérticas e temperadas, além das altas latitudes e elevações. Apresentam grande variação quanto à forma de vida, variando de árvores tropicais emergentes, arbusto, subarbusto, cipós lenhosos à pequenas ervas anuais ou perenes. Possui como característica ecológica mais conhecida a sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico em simbiose com rizóbios do solo, no entanto, nem todas as leguminosas, como também são conhecidas, formam associações com bactérias fixadoras de nitrogênio (STEVENS, 2017).

Fabaceae é considerada como a mais expressiva família botânica do Brasil (DAVID *et al.*, 2015), sendo representada pelas subfamílias: Duparquetioideae, Cercidoideae, Detarioideae, Dialioideae, Caesalpinioideae e Papilionoideae (LPWG, 2017). Na última classificação para as subfamílias de Fabaceae, Mimosoideae foi sinonimizada e suas espécies foram incluídas como um clado distinto na atual subfamília Caesalpinioideae. O clado Mimoside contém todos os gêneros anteriormente designados para a subfamília Mimosoideae, sendo composto por aproximadamente 3300 espécies morfológicamente distintas (LPWG, 2017).

A família Fabaceae apresenta-se bem resolvida taxonomicamente, no entanto, há um grande número de táxons intraespecíficos aos quais geralmente apresentam problemas de circunscrição, é o caso de espécies distintas com morfologia convergente (SILVA & TOZZI, 2013). A saída para esse problema foi a utilização da filogenia molecular para taxonomia das plantas, mas que atualmente conseguiu amostrar apenas 5% de todas as espécies da tribo Ingeae Benth, tribo essa que possui caracteres anatômicos com potencial de utilização como diagnósticos para definir informações taxonômicas (BROWN, 2008).

Uma investigação filogenética molecular de *Inga* Mill demonstrou que suas espécies são claramente distintas por combinações únicas de caracteres e apontam para uma diversificação recente, estimando que sua especiação tenha se concentrado nos últimos 10 milhões de anos, com muitas espécies surgindo há apenas 2 milhões de anos, que coincide com as grandes elevações mais recentes dos Andes, a ponte do Istmo do Panamá e os ciclos glaciais do Quaternário (RICHARDSON, 2001).

O gênero *Inga* Mill., pertence atualmente à subfamília *Caesalpinioideae*, tribo *Ingeae* e possui cerca de 300 espécies divididas em 14 seções criadas a partir de caracteres morfológicos (PENNINGTON, 1997). Entre as 14 seções, *Bourgonia* (Benth), *Pseudinga* (Benth), *Inga* (J. León) e *Leptinga* (Benth) compõe 18 das 25 espécies (72%) desse estudo.

É um gênero botânico exclusivamente neotropical, presente desde o norte do México, até ao sul do Uruguai (BROWN, 2008; PENNINGTON, 1997; POSSETTE & RODRIGUES, 2010). No Brasil estão catalogadas cerca de 132 espécies distribuídas por todos os domínios fitogeográficos brasileiros, como maior proporção para o domínio amazônico (FLORA DO BRASIL, 2018).

Para o estado de Mato Grosso são reconhecidas e estão depositadas no Herbário Central da Universidade Federal de Mato Grosso e no Herbário da Amazônia Meridional, de 22 e 26 espécies do gênero *Inga* respectivamente (DAVID *et al.*, 2015; FERNANDES *et al.*, 2015). Enquanto que no banco de dados do Flora do Brasil, verificamos a ocorrência de 22 espécies *Inga* para o estado de Mato Grosso (FLORA DO BRASIL, 2019). Segundo Lobato *et al.*, (2013), essa discrepância no número de espécies ocorre por motivo de morosidade na análise das exsiccatas para confirmação de identificação e posterior lançamento na plataforma on-line.

Diante de toda essa diversidade se faz necessários esforços para estudar o número máximo de espécies a fim de servir como base para futuros estudos mais detalhados, onde destacamos o importante papel da caracterização anatômica dos órgãos vegetativos das plantas, que servem como dados adicionais às características morfológicas externas podendo ser usados para resolver problemas taxonômicos (METCALFE & CHALK, 1983)

evolutivos e biogeográficos. A caracterização anatômica fornecer apoio à identificação das espécies através da observação de caracteres da lâmina foliar para melhor situar essas espécies em seus respectivos táxons (MARQUES, 2001). Estudos anatômicos possibilitam encontrar caracteres que estejam distribuídos entre as espécies contribuindo com o avanço do conhecimento sobre determinados grupos, além de fornecer base para taxonomia e relações históricas evolutivas entre seus táxons por meio de agrupamentos baseados em presença e ausência de caracteres. Assim, nosso estudo objetivou verificar a similaridade entre 25 espécies em 9 seções de *Inga* Mill ocorrentes no norte do estado de Mato Grosso e detectar caracteres anatômicos que sejam potenciais para subsidiar e contribuir nos estudos taxonômicos e filogenéticos do gênero, ampliando o acervo de informações para gêneros neotropicais.

Material e Métodos

Área de estudo

O território do estado de Mato Grosso (Fig. 01) é formado pelos Biomas Amazônia (53,6%), Cerrado (39,6%) e Pantanal (6,8%) (IBGE, 2012), sendo um dos estados da região Centro-Oeste, terceiro maior da federação brasileira que compõem a Amazônia legal (IBGE, 2014; MORENO *et al.*, 2005). O estado destaca-se pela riqueza de espécies com potencial para uso em diversos setores da economia (SEMA, 2009; BONINI *et al.*, 2013) e ao qual foi dividido em quatro territórios, entre eles, o Portal da Amazônia, composto por 16 municípios no extremo norte do estado (CÓCARO *et al.*, 2016).

O estado de Mato Grosso possui duas estações bem definidas, sendo chuvosa entre outubro à abril e seca entre maio e setembro, com precipitação anual que varia de 1200 a 2000 mm aproximadamente, com maiores níveis para as regiões Norte e Médio Norte do estado. O clima é quente, sazonalmente seco (Aw) com temperaturas que variam de 23 a 26,8°C. (SOUZA *et al.*, 2013). A região norte do estado em específico possui vegetação do tipo de transição entre Floresta Ombrófila e Floresta Estacional, Floresta Estacional e Savana e Floresta Ombrófila e Savana (IBGE, 2004; ZAPPI *et al.*, 2011).

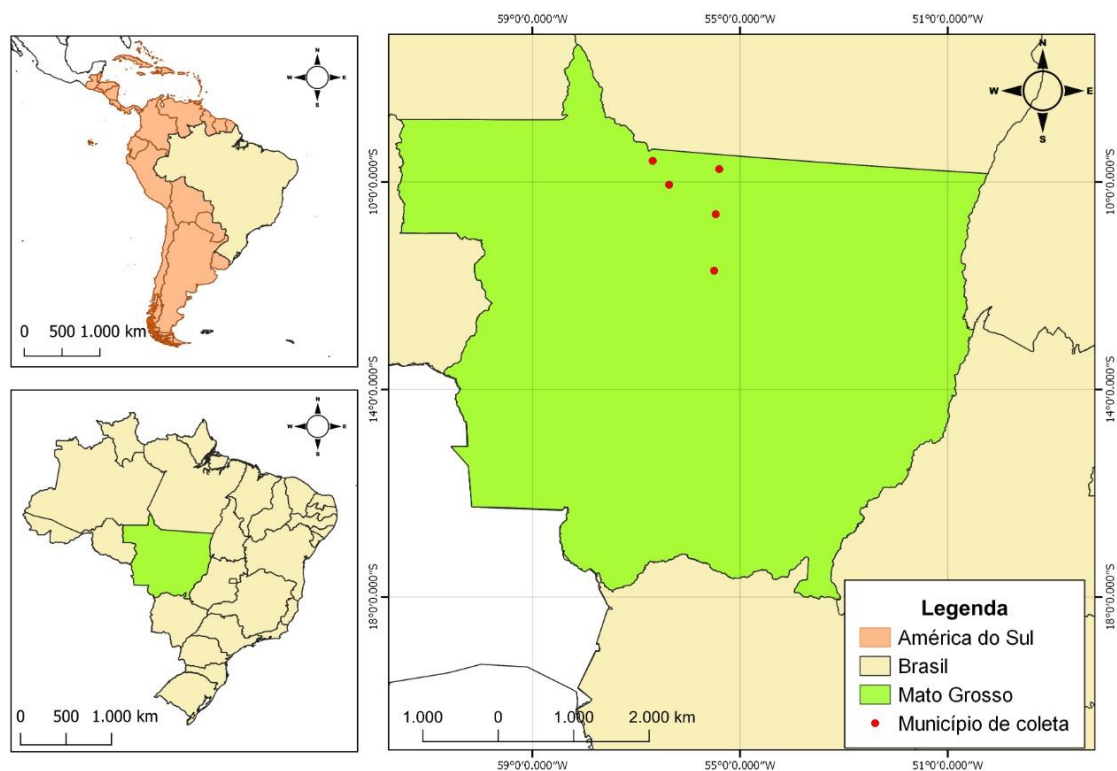


Figura 01. Mapa da área de estudo destacando os municípios do estado de Mato Grosso onde houveram coletadas. Fonte: Luciano D. Conceição.

Anatomia Foliar

Coletamos amostras foliares de 16 espécies em ambiente natural e outras 9 espécies de material herborizado da coleção do Herbário da Amazônia Meridional (HERBAM), da Universidade do Estado de Mato Grosso, câmpus universitário de Alta Floresta, totalizando 25 espécies elencadas na tabela abaixo (Tabela 01). As espécies coletadas *in situ* foram identificadas à campo pelo especialista no gênero José Martins Fernandes e depositadas no HERBAM. Utilizamos amostras foliares de três folhas adultas de cada espécie para a análise anatômica.

Fixamos amostras da região mediana da folha das espécies coletadas em ambiente natural em FAA50% (Formaldeído, Ácido acético e Álcool) por um período de 48 horas e posteriormente conservamos em etanol 70% (JOHANSEN, 1940) onde permaneceram armazenadas. Para as amostras herborizadas, a região mediana da folha foi reidratada com água quente e glicerina, na proporção de 3:1 por 30 minutos conforme Smith & Smith (1942). Posteriormente, seccionamos as amostras foliares transversalmente a mão

livre, com auxílio de lâmina de aço. Submetemos ao processo de clarificação em hipoclorito de sódio 2%, lavamos em água destilada, coramos em Azul de astra e Fucsina básica (ROESSER, 1962).

Tabela 1. Espécies de *Inga* Mill (Fabaceae) submetidas ao estudo anatômico foliar com ocorrência para o estado de Mato Grosso, Brasil.

Espécies	Ponto de coleta	Voucher
<i>Inga acreana</i> Harms.*	56°15'23"S / 10°9'13"W	10966
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	56°18'3"W / 10°9'46"S	-
<i>Inga bourgonii</i> (Aubl.) DC.*	57°2'12,8"W / 9°14'43,4"S	17047
<i>Inga capitata</i> Desv.	56°1'42"W / 9°49'52"S	24329
<i>Inga chartacea</i> Poepp. & Endl.	56°15'39"W / 9°58'37"S	24281
<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.*	55°46'27"W / 10°58'55"S	5403
<i>Inga disticha</i> Benth.*	55°27'48"W / 11°20'58"S	3539
<i>Inga edulis</i> Mart.	56°5'37"W / 10°2'41"S	24292
<i>Inga heterophylla</i> Willd.	56°5'7.7"W / 9°53'4.7"S	24282
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	56°6'4"W / 10°2'15"S	24330
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	56°6'4"W / 10°2'15"S	24278
<i>Inga leiocalycina</i> Benth.	56°11'47"W / 9°56'2"S	24287
<i>Inga macrophylla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	56°9'56"W / 9°54'32"S	24285
<i>Inga marginata</i> Willd.	56°12'7"W / 9°53'27"S	24286
<i>Inga nobilis</i> Willd.	56°16'15"W / 10°7'30"S	24273
<i>Inga obtusata</i> Spruce ex Benth.*	-	7102
<i>Inga paraensis</i> Ducke*	55°58'47"W / 10°20'16"S	9541
<i>Inga pezizifera</i> Benth.	56°22'33"W / 10°2'6"S	24266
<i>Inga pilosula</i> (Rich.) J.F.Macbr.	55°56'42.1"W / 9°53'19.6"S	24326
<i>Inga punctata</i> Willd.*	-	2436
<i>Inga striata</i> Benth.	55°58'47"W / 10°20'16"S	-
<i>Inga thibaudiana</i> DC.*	57°4'1,38"W / 9°14'12,28"S	17518
<i>Inga umbelifera</i> (Vahl) DC.*	56°47'13"W / 9°19'24"S	6812
<i>Inga velutina</i> Willd.	55°58'47"W / 10°20'16"S	24288
<i>Inga vera</i> Willd.	56°31'27"W / 9°55'36"S	24289

(*)Espécies com amostras de material herborizado; (-) Não há.

Para análise da epiderme foliar, utilizamos o método de dissociação de Jeffrey (KRAUS & ARDUIN, 1997) modificado, onde acondicionamos porções foliares em potes coletores com solução contendo água oxigenada (Volume 30) e ácido acético glacial na proporção de 1:1 e submetemos ao aquecimento em estufa de circulação à 65 °C por período de 48 horas. Após esse período, lavamos as amostras em água destilada e com auxílio de um pincel, separamos as duas superfícies epidérmicas e coramos com fucsina básica (ROESER, 1962).

Montamos as secções em lâminas permanentes com Verniz Vitral Acrilex® (PAIVA *et al.*, 2006) e observamos em fotomicroscópio Leica DMLB,

onde obtivemos as ilustrações por meio do capturador de imagens com o auxílio do programa Leica IM50 no Laboratório de Biologia Vegetal (UNEMAT), Câmpus de Alta Floresta - MT. Confeccionamos pranchas anatômicas para evidenciar o padrão das espécies.

Análise dos dados

Inserimos inicialmente 46 caracteres anatômicos observados nas 25 espécies em estudo numa matriz de presença (1) ou ausência (0), posteriormente retiramos dessa matriz as características anatômicas compartilhadas e ausentes em todas as espécies (Tabela 02), restando para análise posterior o total de 29 caracteres. Realizamos uma Análise de Agrupamentos (clusters), para isso criamos duas matrizes de dissimilaridade usando a função *vegdist()* do pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2019), usando os algoritmos de Jaccard e Sørensen, procedemos com testes de agrupamento através da função *hclust()* do pacote *stats* e diferentes métodos de agrupamento sobre as matrizes para identificar qual apresentava menor distorção através do coeficiente de correlação cofenética (CCC) via função *cophenetic()* do pacote *stats* (R CORE TEAM, 2019). Consideramos aceitáveis os valores superiores à 0,7 por admitirem uma correlação forte.

Tabela 2. Caracteres anatômicos foliares usados para correlação das 25 espécies de *Inga* Mill (Fabaceae) ocorrentes no Estado de Mato Grosso, Brasil. Presença (1) ou ausência (0) dos caracteres. Caracteres: 1) Epiderme adaxial com parede curva; 2) Epiderme adaxial com parede sinuosa; 3) Sílica epidérmica; 4) Espessura da Cutícula (<25%); 5) 25-50%; 6) >50%; 7) Tricoma tector unicelular; 8) Tricoma tector pluricelular; 9) Tricoma glandular pluricelular; 10) Tricoma glandular com uma cabeça; 11) Tricoma glandular com mais de uma cabeça; 12) Estômatos nivelados; 13) Estômatos elevados; 14) Cristas estomáticas; 15) Câmara subestomática conspícua; 16) Câmara subestomática inconspícua; 17) Câmara supraestomática conspícua; 18) Câmara supraestomática inconspícua; 19) Parênquima paliádico com mais de uma camada; 20) Mesofilo dorsiventral; 21) Mesofilo isobilateral; 22) Parênquima lacunoso com espaços conspícua; 23) Parênquima lacunoso com espaços inconspícua; 24) Colênquima angular; 25) Colênquima anelar; 26) Macroesclereídes; 27) Braquiesclereídes; 28) Drusas; 29) Monocristais.

Espécies	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
<i>I. acreana</i>	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1
<i>I. alba</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
<i>I. bourgonii</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>I. capitata</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1
<i>I. chartacea</i>	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
<i>I. cylindrica</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1
<i>I. disticha</i>	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>I. edulis</i>	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>I. heterophylla</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
<i>I. ingoides</i>	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
<i>I. laurina</i>	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
<i>I. leiocalycina</i>	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>I. macrophylla</i>	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>I. marginata</i>	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
<i>I. nobilis</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
<i>I. obtusata</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
<i>I. paraensis</i>	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>I. pezizifera</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
<i>I. pilosula</i>	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
<i>I. punctata</i>	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>I. striata</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>I. thibaudiana</i>	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
<i>I. umbellifera</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>I. velutina</i>	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
<i>I. vera</i>	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1

Resultados

Caracterização anatômica

De maneira geral, grande parte das 25 espécies estudadas apresentaram, em vista frontal, células epidérmicas das superfícies abaxial e adaxial com contorno de parede predominantemente sinuoso (Fig. 2A), exceto *I. leiocalycina* e *I. vera* que apresentaram contorno curvo (Figs. 2B, 2C) em ambas as faces. Todas as espécies são hipoestomáticas com estômatos do tipo paracítico (Figs. 2D, 2E, 2F) encontrados predominantemente nivelados às demais células epidérmicas (Figs. 3A) ou levemente elevados (Fig. 3B) como é o caso registrado para de *I. ingoides*. Cristas estomáticas foram registradas para a maioria das espécies (Fig. 3B) exceto *I. capitata*, *I. cylindrica* e *I. macrophylla* (Fig. 3C). Logo abaixo, câmaras subestomáticas conspícuas foram registradas para o maior número de espécies (Figs. 3C), sendo incospícuas em *I. laurina* e *I. nobilis* (Fig. 3D), assim como câmara supraestomáticas conspícuas foram registradas para *I. acreana*, *I. disticha*, *I. edulis*, *I. ingoides*, *I. marginata*, *I. paraensis*, *I. pilosula*, *I. punctata*, *I. thibaudiana*, *I. umbelífera*, *I. velutina* e *I. vera* (Fig. 3B) e incospícuas para *I. alba*, *I. bourgonii*, *I. chartacea*, *I. heterophylla*, *I. laurina*, *I. leiocalycina*, *I. nobilis*, *I. obtusata*, *I. pezizífera* e *I. striata* (Fig. 3D).

A espessura da cutícula se mostrou bem variável entre as espécies, sendo desde delgada para a espécie *I. nobilis* (Fig. 3E), levemente espessa com espessura de 25% em relação as células epidérmicas para as espécies *I. alba*, *I. bourgonii*, *I. capitata*, *I. cylindrica*, *I. heterophylla*, *I. laurina*, *I. leiocalycina*, *I. macrophylla*, *I. marginata*, *I. obtusata*, *I. pezizífera*, *I. pilosula*, *I. striata*, *I. thibaudiana*, *I. umbelífera* e *I. vera* (Fig. 3F) e com espessura de aproximadamente 50% em relação as células epidérmicas para as espécies *I. acreana*, *I. chartacea*, *I. disticha*, *I. edulis*, *I. ingoides*, *I. paraensis*, *I. punctata* e *I. velutina* (Fig. 3G).

Evidenciamos tricomas tectores na lâmina foliar e na nervura central em ambas as faces na maioria das espécies, exceto para *I. obtusata* e *I. striata*. Estes são unicelulares (Figs. 3H-3L) à multicelulares (Fig. 3M), lisos, curtos e longos (Figs. 3H-3L). Também confirmamos presença de tricomas glandulares multicelulares curvos com cabeça unicelular (Figs. 3N-3P) ou multicelular (Figs.

3Q, 3R, 3S) para as espécies *I. acreana*, *I. alba*, *I. disticha*, *I. edulis*, *I. ingoides*, *I. leiocalycina*, *I. macrophylla*, *I. obtusata*, *I. pilosula*, *I. striata*, *I. velutina* e *I. vera*.

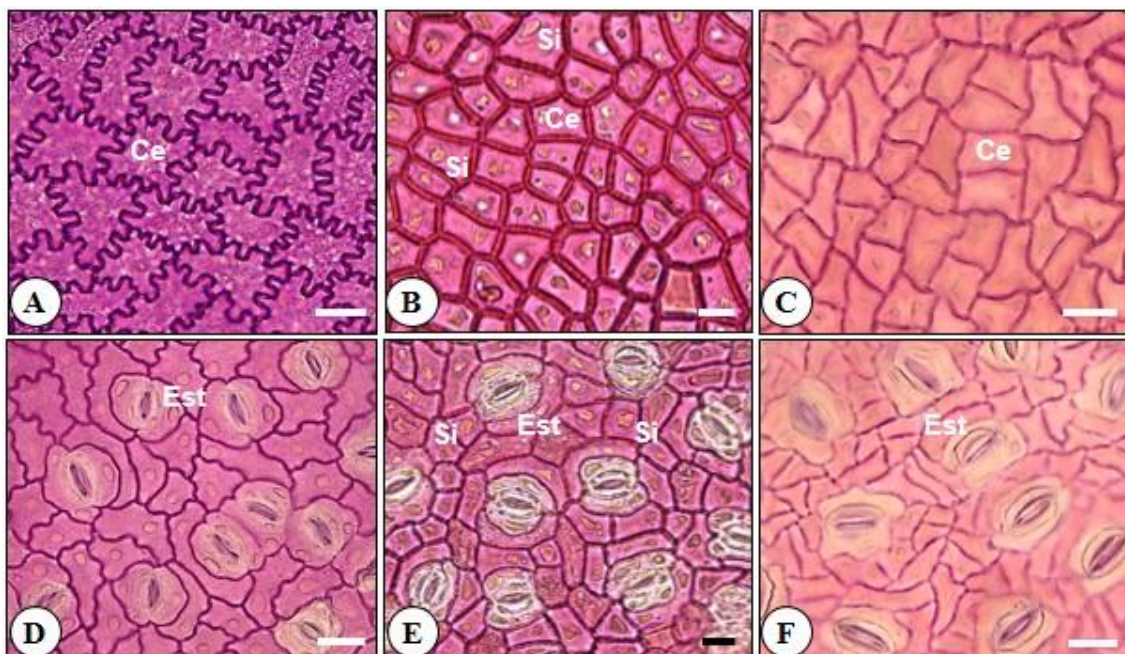


Figura 02: Vista frontal da epiderme foliar da face adaxial (A-C) e abaxial (D-F) de *Inga* Mill. Células epidérmicas com contorno sinuoso e estômatos paracíticos em *I. capitata* (A) e *I. nobilis* (D). Células epidérmicas com contorno curvo e estômatos paracíticos em *I. leiocalycina* (B e E) e *I. vera* (C e F). CE = Células epidérmicas, Est = Estômatos, Si = Sílica. Barra: 20 µm.

O mesofilo é predominantemente dorsiventral (Fig. 4A) e raramente isobilateral (Fig. 4B), caso registrado apenas para *I. cylindrica*. Para a maioria das espécies, o parênquima paliçádico apresentou uma camada com células alongadas (Fig. 4A), exceto para *I. acreana*, *I. bourgonii*, *I. cylindrica*, *I. laurina*, *I. leiocalycina*, *I. marginata*, *I. nobilis*, *I. paraensis*, *I. punctata* e *I. velutina*, onde registramos parênquima paliçádico com mais de uma camada (Figs. 4B, 4C). O parênquima lacunoso apresenta células isodiamétricas com espaços inconspícuos para as espécies *I. alba*, *I. capitata*, *I. laurina* e *I. nobilis* (Fig. 4C) e conspícuos para o restante das espécies (Fig. 4D). Ainda no mesofilo, registramos feixes vasculares secundários do tipo colateral com presença de fibras na parte superior e inferior do feixe (Fig. 4E) e presença de

macroesclereídes (Fig. 4F) em *I. bourgonii*, *I. capitata*, *I. chartacea*, *I. cylindrica*, *I. leiocalycina*, *I. marginata*, *I. obtusata*, *I. pazizifera*, *I. pilosula* e *I. vera*.

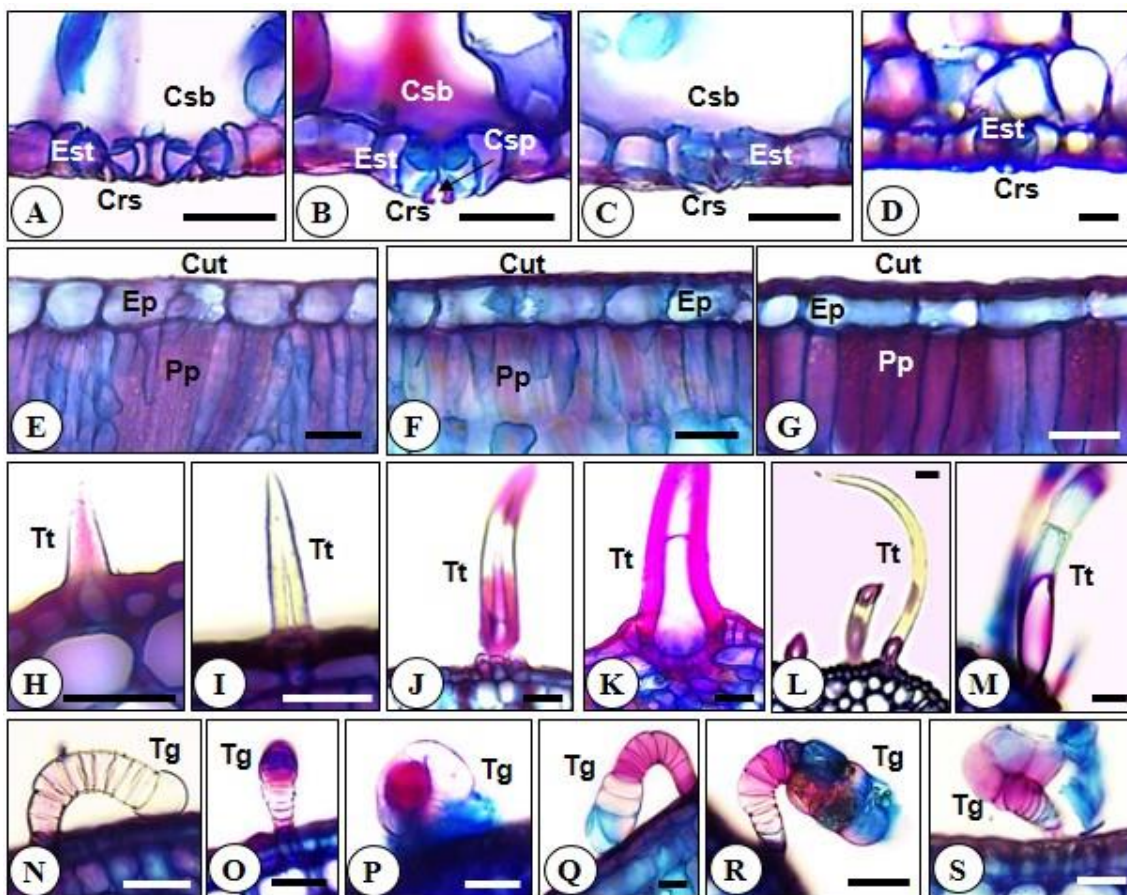


Figura 03: Vista transversal dos estômatos, câmara subestomática e supraestomática e cristas estomáticas de *I. edulis* (A), *I. velutina* (B), *I. macrophylla* (C) e *I. laurina* (D). Espessura da cutícula de *I. nobilis* (E), *I. obtusata* (F) e *I. disticha* (G). Tricomas tectores de *I. alba* (H), *I. acreana* (I), *I. disticha* (J e L) e *I. velutina* (K e M). Tricomas glandulares de *I. vera* (N), *I. velutina* (O e P), *I. edulis* (Q e R), *I. pilosula* (S). Crs = Crista estomática, Csb = Câmara subestomática, Csp = Câmara supraestomática, Cut = Cutícula, Ep = Epiderme, Est = Estômato, Pp = Parênquima paliçádico, Tg = Tricoma glandular, Tt = Tricoma tector. Barra: (A-G) 20 µm, (H-S) 30 µm.

Na nervura central, todas as espécies apresentam feixe vascular do tipo biclateral em formado de arco fechado totalmente envolto por fibras perivasculares (Fig. 4G). Dois tipos de colênquima são registrados no parênquima de preenchimento da nervura central na face abaxial, sendo do tipo anelar para *I. capitata*, *I. chartacea*, *I. cylindrica*, *I. heterophylla*, *I. ingoides*,

I. laurina e *I. marginata* (Fig. 4H) e angular para as demais espécies (Fig. 4I). Também encontramos na nervura central a presença de braquiesclereídes (Fig. 4J) em *I. capitata*, *I. cylindrica*, *I. laurina*, *I. obtusata*, *I. pazizifera*, *I. pilosula*, *I. thibaudiana*, *I. velutina* e *I. vera*, além de Cristais de oxalato de cálcio em praticamente todas as espécies (Fig. 4K) exceto para *I. obtusata*. Registramos presença de drusas apenas em *I. acreana* (Figs. 4L, 4M) e metabólitos secundários em *I. striata* (Fig. 4N).

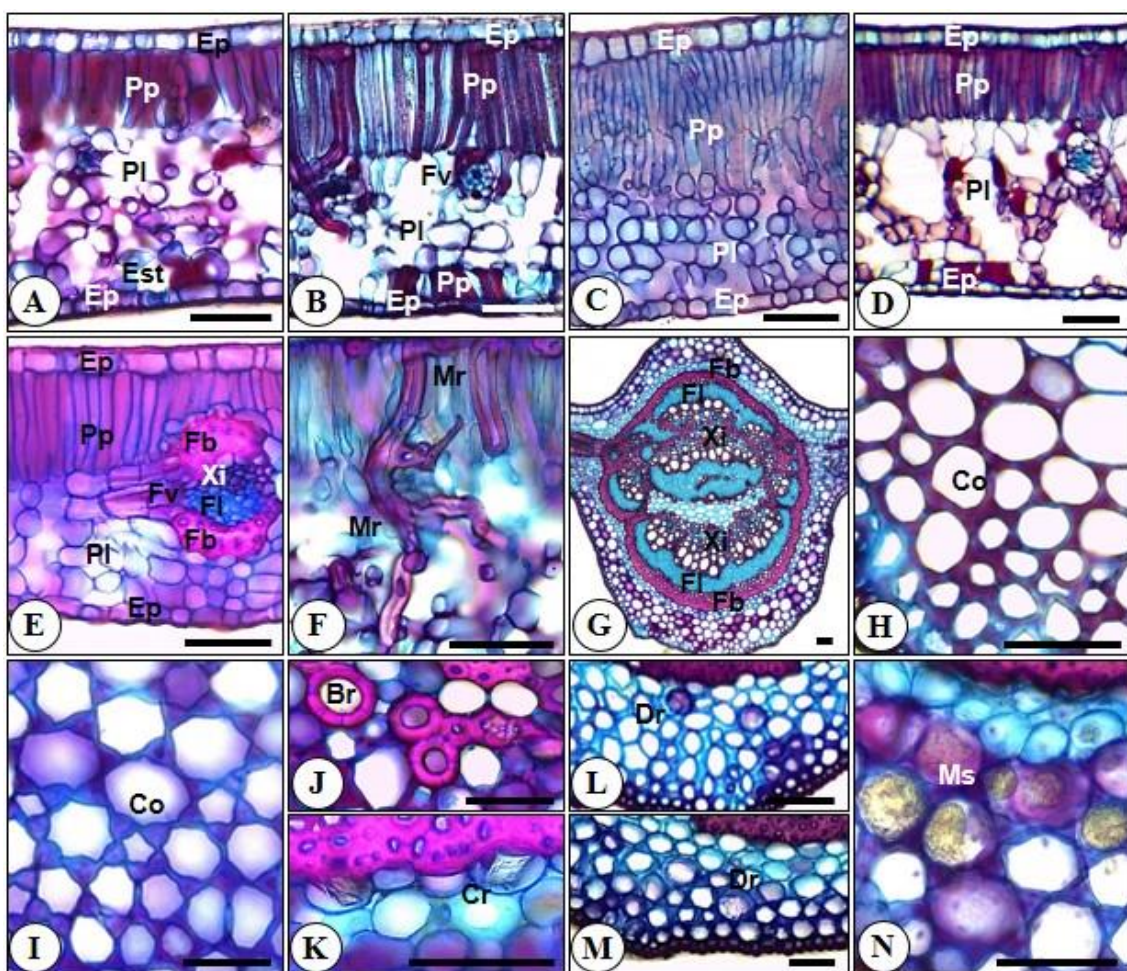


Figura 04. Mesofilo de *I. heterophylla* (A), *I. cylindrica* (B), *I. nobilis* (C), *I. pezizifera* (D). Feixe vascular secundário de *I. alba* (E). Macroscopic sclereids of *I. obtusata* (F). Feixe vascular da nervura central de *I. striata* (G). Colênquima de *I. ingoides* (H) e *I. leiocalycina* (I). Braquiesclereídes de *I. velutina* (J). Cristais de oxalato de cálcio de *I. marginata* (K). Drusas de *I. acreana* (L e M). Metabólitos secundários de *I. striata* (N). Br = Braquiesclereídes, Co = Colênquima, Cr = Cristais de oxalato de cálcio, Dr = Drusas, Ep = Epiderme, Est = Estômato, Fb = Fibras esclerenquimáticas, Fl = Floema, Fv = Feixe

vascular, Mr = Macroesclereídes, Ms = Metabólito secundário, PI = Parênquima lacunoso, Pp = Parênquima paliçádico, Xi = Xilema. Barra: 50 µm.

Análise de agrupamento

Destacamos 29 caracteres anatômicos nas 25 espécies de *Inga* estudadas (Tabela 2) e submetemos aos testes para identificação de valor de coeficiente cofenético (CCC) que foi de 0,758 sob a matriz de similaridade de Jaccard. Geramos um dendrograma (Fig. 05) e após uma análise, notamos que um corte feito no valor de dissimilaridade de 0,45 resulta na formação de cinco grupos, no qual as espécies *I. laurina* e *I. nobilis* apresentaram maior dissimilaridade com relação as demais espécies, enquanto que as espécies *I. pilosula* e *I. thibaudiana* apresentaram maior similaridade (Fig. 05).

Da esquerda para direita, três grupos foram formados com duas espécies cada (Fig. 05). Estes apresentaram caracteres anatômicos exclusivos que possibilitaram a distinção dos mesmos perante os demais. O caractere diagnóstico anatômico que possibilitou a formação do agrupamento das espécies *I. laurina* e *I. nobilis* foi a presença de câmara subestomática inconspícuas. Enquanto que para o agrupamento das espécies *I. capitata* e *I. cylindrica* foi a ausência de cristas estomáticas. Já para o agrupamento das espécies *I. leiocalycina* e *I. vera* o caractere diagnóstico foi a presença de paredes curvas nas células epidérmicas adaxiais e a presença de sílica nas células epidérmicas em vista frontal.

A presença de cutícula com aproximadamente 50% de espessura foi o caractere anatômico exclusivo responsável pelo quarto grupo formado pelas espécies de *I. ingoides*, *I. paraensis*, *I. acreana*, *I. punctata*, *I. velutina*, *I. disticha* e *I. edulis*.

O quinto e maior grupo foi formado pelas espécies *I. chartacea*, *I. heterophylla*, *I. marginata*, *I. umbellifera*, *I. macrophylla*, *I. pilosula*, *I. thibaudiana*, *I. striata*, *I. alba*, *I. bougornii*, *I. obtusata* e *I. pezizifera*, onde compartilharam características gerais entre si e os grupos anteriores, não havendo caracteres anatômicos exclusivo para esse grupo.

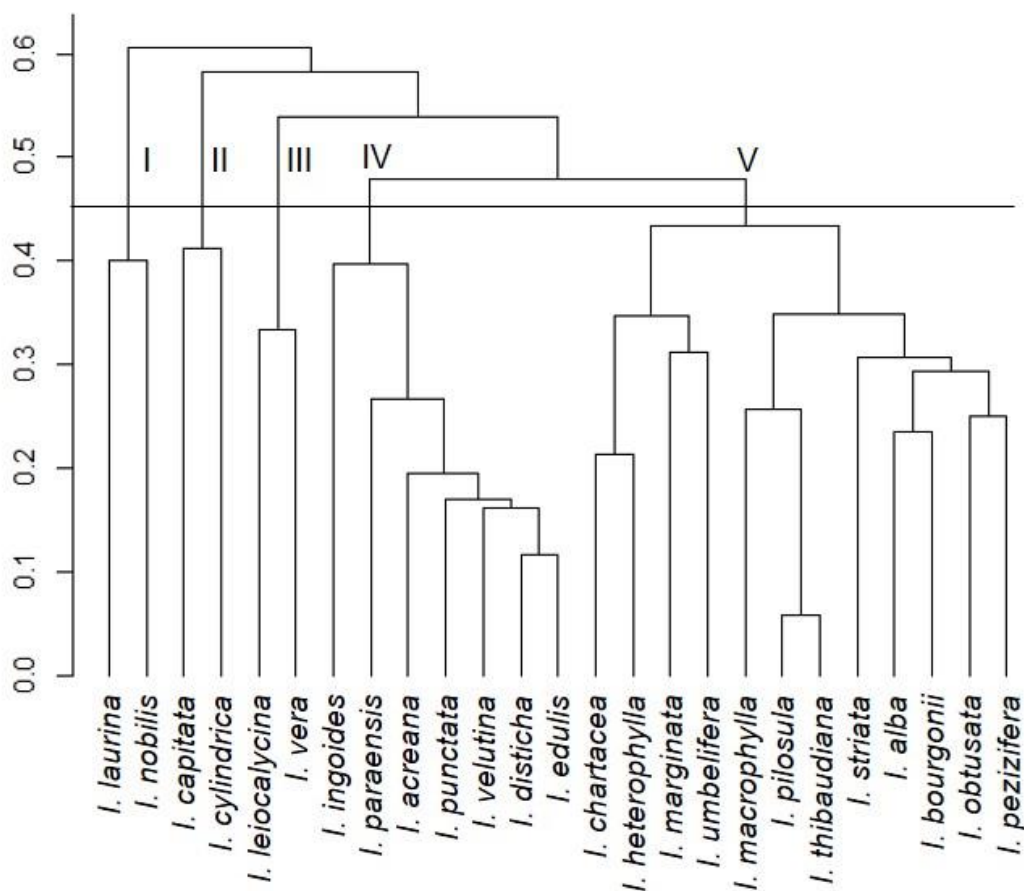


Figura 05. Análise de agrupamento das 25 espécies arbóreas estudadas. Agrupamento por dissimilaridade em método simples de agrupamento hierárquico aglomerado (WPGMA) via algoritmo de Jaccard. CCC = 0.758.

Correlacionamos os grupos formados pelo dendrograma (Fig. 4) com as seções do gênero *Inga* Mill (Tabela 03). As vinte e cinco espécies estudadas estão distribuídas em 9 seções com predominância das seções *Pseudinga* (Benth) e *Bourgonia* (Benth), ambas com 6 espécies cada. As espécies dessas duas seções demonstram afinidade devido ao fato de se agruparem no dendrograma e serem responsáveis pela definição dos grupos I e II. Espécies da seção *Pseudinga* (Benth) também apresentam tendência de se agruparem com espécies da seção *Inga* (J. León), caso registrado na formação dos grupos III e IV. Os grupos de I à IV foram formados por apresentarem caracteres exclusivos e esses grupos possuem mais de 75% das espécies distribuídas nas três principais seções.

Tabela 3. Relação da análise de agrupamento com as seções das vinte e cinco espécies de *Inga* Mill ocorrentes no estado de Mato Grosso, Brasil.

Grupos	Espécies	Seções
I	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	<i>Bourgonia</i> (Benth)
	<i>Inga nobilis</i> Willd.	<i>Pseudinga</i> (Benth)
II	<i>Inga capitata</i> Desv.	<i>Pseudinga</i> (Benth)
	<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	<i>Bourgonia</i> (Benth)
III	<i>Inga leiocalycina</i> Benth.	<i>Pseudinga</i> (Benth)
	<i>Inga vera</i> Willd.	<i>Inga</i> (J. León)
IV	<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	<i>Inga</i> (J. León)
	<i>Inga paraensis</i> Ducke.	<i>Leptinga</i> (Benth)
	<i>Inga aceana</i> Harms.	<i>Pseudinga</i> (Benth)
	<i>Inga punctata</i> Willd.	<i>Pseudinga</i> (Benth)
	<i>Inga velutina</i> Willd.	<i>Longiflorae</i> (Benth)
	<i>Inga disticha</i> Benth.	<i>Vulpinae</i> (Benth)
	<i>Inga edulis</i> Mart.	<i>Inga</i> (J. León)
V	<i>Inga chartacea</i> Poepp. & Endl.	<i>Pseudinga</i> (Benth)
	<i>Inga heterophylla</i> Willd.	<i>Leptinga</i> (Benth)
	<i>Inga marginata</i> Willd.	<i>Bourgonia</i> (Benth)
	<i>Inga umbelifera</i> (Vahl) DC.	<i>Leptinga</i> (Benth)
	<i>Inga macrophylla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	<i>Tetragonae</i> (Pittier)
	<i>Inga pilosula</i> (Rich.) J.F.Macbr.	<i>Pilosulae</i> (J. León)
	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	<i>Multijugae</i> (J. León)
	<i>Inga striata</i> Benth.	<i>Tetragonae</i> (Pittier)
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	<i>Bourgonia</i> (Benth)
	<i>Inga bourgonii</i> (Aubl.) DC.	<i>Bourgonia</i> (Benth)
	<i>Inga obtusata</i> Spruce ex Benth.	<i>Longiflorae</i> (Benth)
<i>Inga pezizifera</i> Benth.	<i>Bourgonia</i> (Benth)	

Discussão

Nesse estudo, avaliamos anatomicamente 25 espécies, distribuídas em 9 das 14 seções de *Inga*. As espécies das seções *Pseudinga*, *Bourgonia* e *Inga* além de serem predominantes, apresentaram afinidades entre si na formação de grupos cujo fator de formação foi a presença de caracteres anatômicos exclusivos. Não houveram similaridades anatômicas entre as espécies da mesma seção, contrapondo dessa forma a atual organização das espécies dentro das respectivas seções. Taxonomicamente as espécies do gênero *Inga* são bem definidas por possuírem combinações únicas de caracteres moleculares e formarem um grupo monofilético com relação aos outros táxons mais próximos filogeneticamente (RICHARDSON *et al.*, 2001), no entanto, a organização dessas espécies em seções baseadas em

dados morfológicos ainda não está bem definidas, formando grupos parafiléticos sujeitos à futuras reestruturações, como se observa no cladograma apresentado pelos autores supracitados.

A investigação anatômica aqui realizada corrobora com as características anatômicas descritas em estudos anteriores para espécies da família Fabaceae. Características estas como: células epidérmicas com paredes sinuosas a curvas, cutícula espessa a delgada, folha hipostomática com estômatos paracíticos, estômatos nivelados às demais células epidérmicas, câmara subestomática conspícua, tricomas tectores unicelulares ou pluricelulares, tricomas glandulares, mesofilo dorsiventral ou isobilateral, parênquima paliçádico unisseriado ou bisseriado, parênquima lacunoso conspícuo ou inconspícuos, feixe secundário colateral e feixe bicolateral na nervura central envolvidos por fibras perivasculares e colênquima angular junto a nervura central são descritas para espécies do gênero *Inga* Mill (SILVA *et al.*, 2012), e demais gêneros da família como *Bauhinia* L. (PEREIRA *et al.*, 2018), *Chamaecrista* Moench (SILVA *et al.*, 2019), *Abarema* Pittier (SILVA *et al.*, 2012), *Cassia* L (BRIGIDA *et al.*, 2015), *Senna* Mill (RODRIGUES, *et al.*, 2009) e *Erythrina* L (SILVA *et al.*, 2013).

Nesse estudo também encontramos esclereídes em 13 das 25 espécies, sendo elas: *I. bourgonii*, *I. capitata*, *I. chartacea*, *I. cylindrica*, *I. laurina*, *I. leiocalycina*, *I. marginata*, *I. obtusata*, *I. pezizifera*, *I. pilosula*, *I. thibaudiana*, *I. velutina* e *I. vera*. Característica essa não mencionada na anatomia foliar de *Inga*. Esclereídes são muito citadas em estudos com sementes na família Fabaceae a exemplo de Lima *et al.*, (2018) e Loureiro *et al.*, (2013). Mesmo não sendo uma característica responsável por distinguir nenhum dos grupos formados, acreditamos que a presença macroesclereídes e braquiesclereídes em 13 das espécies estudadas lhes conferem alguma estratégia adaptativa, visto que estas células conferem sustentação e rigidez para as folhas das plantas que as possuem devido ao espessamento e enrijecimento de sua parede por lignina (APPEZZATO-DA-GLÓRIA & CARMELLO-GUERREIRO, 2006).

Os caracteres anatômicos mais específicos, ou seja, que estavam presentes em apenas um dos cinco grupos, são responsáveis pela definição

dos mesmos, tais como: câmara subestomática inconspícuas, ausência de cristas estomáticas, cutícula espessa, presença de paredes curvas nas células epidérmicas e presença de sílica, podem ser utilizados em estudos sistemáticos. Porém estes estão intimamente ligados com o aparato fotossintético, complexo estomático, defesa e adaptação das plantas, por estarem localizados na região epidérmica, sendo influenciados por fatores abióticos, podem ser alteradas de acordo com o ambiente em que estas espécies estão inseridas. Indicamos nesse sentido maior esforço amostral dessas espécies em diferentes regiões e ambientes afim de testar a resiliência desses caracteres.

A espessura da cutícula, por exemplo, foi uma das características que agrupou 6 espécies no dendrograma e a câmara subestomática inconspícuas agrupou 2 espécies, distinguindo dois grupos específicos. A cutícula espessa e uma câmara subestomática conspícua conferem maior resistência às condições extremas do ambiente, estabelecendo maior proteção à perda de água, minimizando a irradiação solar, contribuindo para a defesa contra herbívoros e tem atuação contra fungos (METCALFE & CHALK 1979; FAHN & CUTLER, 1992; NETO & MARTINS, 2012). Sendo assim, espécies que apresentaram câmara subestomática inconspícua pressupõem maior fragilidade a essas condições imposta pelo ambiente. Entretanto, outro caractere anatômico ligado aos fatores ambientais, responsável por agrupar mais duas espécies foi a ausência de cristas estomáticas, estas estruturas são efetivas em reduzir a perda de água, especialmente nos períodos mais quentes do dia (FERRI, 1953, FERRI & LOBAURIAU, 1952; GRISI, 1976), que tendo estas estruturas ausentes, caracteriza um grupo de espécies que não necessariamente sofre pressão ambiental por algum tipo de estresse hídrico.

O contorno curvo das paredes celulares e a presença de sílica foram responsáveis pelo agrupamento de mais duas espécies, onde as paredes epidérmicas com contorno curvo pode ser uma adaptação aos diferentes tipos de ambientes, propiciando maior resistência da epiderme e maior mobilidade a folha (KRAUS, 1949). A presença de sílica na folha contribui evitando perda de água dos tecidos internos (KRAUS, 1948), sendo responsável também pela redução da transpiração (METCALFE & CHALK, 1988).

Outra característica bem comum entre as espécies foi a presença de cristais de oxalato de cálcio, que de acordo com Metcalfe & Chalk (1950), são utilizados para diferenciar a subfamília Caesalpinioideae de Papilionoideae e Mimosoideae, configurando-se numa característica taxonômica do grupo. Metcalfe & Chalk (1950) afirmaram também que a presença de grupos de cristais, especialmente no mesofilo, é um caráter utilizado para diferenciação entre as subfamílias de Leguminosae. No entanto, nossos resultados apontaram apenas para a presença desses idioplastos na região da nervura central. Cristais de oxalato de cálcio nas células esclerenquimáticas na face abaxial do feixe vascular da nervura central foram descritos para o gênero *Trifolium* (ZORIC *et al.*, 2012), *Senna* (RODRIGUES *et al.*, 2009), *Cassia* (BRIGIDA *et al.*, 2015) e *Caesalpinia* (MARTEL *et al.*, 2014), além de drusas nas células parenquimáticas próximas ao feixe da nervura central que também foram descritos para espécies do gênero *Cassia* e *Bauhinia* (FERREIRA & FLORES, 2013) e *Caesalpinia* (MARTEL *et al.*, 2014).

Algumas das espécies apresentaram mesofilo com parênquima paliádico unisseriado, e outras, bisseriado. Segundo Rodriguez-Calcerrada *et al.* (2008), esta diferença tende a decorrer em virtude da plasticidade do mesofilo em resposta aos fatores abióticos do meio ambiente, de modo que a luminosidade é um fator que pode apresentar um efeito direto sobre a estrutura anatômica das folhas.

Conclusão

Dos 29 caracteres anatômicos selecionados e de acordo com sua frequência entre as espécies, 8 são considerados predominantes, ou seja, com ocorrência confirmada para quase 85% das espécies estudadas e 7 são considerados raros, com presença confirmada para apenas 16% das espécies. Predominantemente as espécies de *Inga* apresentam epiderme com parede sinuosa, tricoma tector unicelular, estômatos nivelados às células epidérmicas, cristas estomáticas, câmara subestomática conspícua, mesofilo dorsiventral e cristais de oxalato de cálcio. Raramente apresentam epiderme com parede curva, cutícula delgada, estômatos elevados em relação à epiderme, câmara subestomática inconspícua, mesofilo isobilateral, parênquima lacunoso

inconspícuo e drusas, portanto quando presentes têm potencial de utilização para estudos taxonômicos, porém, sugerimos maiores estudos afim de testar a resiliência destes caracteres, pois na região anatômica que se encontram, podem estar sofrendo influencia dos fatores ambientais em que as espécies estão expostas.

Os caracteres anatômicos distinguiram especificamente 17 das 25 espécies de *Inga* Mill (52%) em 4 grupos principais que refletem similaridade anatômica e diferem da atual divisão do gênero nas seções. Apenas dois caracteres anatômicos, considerados aqui como raros são fundamentais na separação de dois grupos, a epiderme com parede curva e câmara subestomática inconspícuo. O restante das espécies pertence a um grupo maior formado por caracteres anatômicos não exclusivos dos grupos presentes de 32% à 72% das espécies estudadas.

A relação entre a análise de agrupamento e as seções do gênero mostrou que espécies da mesma seção não se agruparam entre si na análise de similaridade, esse fato nos leva a supor que essa investigação anatômica das espécies seja capaz de gerar novas discussões e fornece novos dados que apõem uma revisão das seções do gênero *Inga*.

Referências Bibliográficas

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal**. 2. ed. rev. atu. Viçosa: UFV, 2006. 438p.

BONINI, I.; PESSOA, M. J. G.; JUNIOR, S. S. Faces da produção agrícola na Amazônia mato-grossense: tipos de exploração, origem dos agricultores e impactos na conservação ambiental em Alta Floresta (MT). **Revista Novos Cadernos NAEA**, v. 16, n. 1, p. 173-190, 2013.

BRIGIDA, S. S. S.; LINS, A. L. F. A.; NASCIMENTO, M. E.; XAVIER JÚNIOR, S. R.; SOUZA, H. J. R. Anatomia e histoquímica das folhas de *Cassia fistula* L. (Leguminosae Caesalpinioideae). **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n. 21, p. 175-189, 2015.

BROWN, G. K. Systematics of the tribe Ingeae (Leguminosae-Mimosoideae) over the past 25 years. **Muelleria**, v. 26, n. 1, p. 27-42, 2008.

CÓCARO, H.; CARDOSO, R. F.; PEREIRA, J. R. Territórios da Cidadania do estado de Mato Grosso: uma avaliação socioeconômica utilizando o índice FIRJAN. **Interações**, v. 17, n. 2, p. 193-209, 2016.

DAVID, M.; GOLÇALVES, K. G.; NETO, G. G. A subfamília mimosoideae (fabaceae) para a flora de Mato Grosso, Brasil. **Biodiversidade**, v. 14, n. 03, p. 19-34, 2015.

FAHN, A.; CUTLER, D. F. **Xerophytes**. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1992. 176 p.

FERNANDES, J. M.; SOARES-LOPES, C. R.; RIBEIRO, R. S.; SILVA, D. R. Leguminosae no acervo do Herbário da Amazônia Meridional, Alta Floresta, Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 2272-2293, 2015.

FERREIRA, P. M.; FLORES, A. S. Anatomia foliolar de espécies lenhosas de Leguminosae-Caesalpinioideae em uma área de savana em Roraima, Brasil. **Boletim do Museu Integrade de Roraima**, v. 7, n.2, p. 69-76, 2013.

FERRI, M. G. Water balance of plants form “caatinga”. II Further information on transpiration and stomatal behavior. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 13, p. 237-244, 1953.

FERRI, M. G.; LABOURIAU, L. G. Water balance of plants form “caatinga”. I Transpiration of some of the most frequent species of the “caatinga” of Paulo Afonso (Bahia) in the rainy season. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 12, p. 301-3012, 1952.

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. **Fabaceae**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB115>>. Acesso em: 15 Jul. 2018.

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. **Inga Mill**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22803>>. Acesso em: 15 Jul. 2019.

GRISI, B. M. Ecofisiologia da caatinga: comportamento hídrico de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. e *Schinopsis brasiliensis* Engl. **Ciência e Cultura**, v. 28, p. 417-425, 1976.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manuais Técnicos em Geociências. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Sistema fitogeográfico; Inventário das formações florestais e campestres; Técnicas e manejo de coleções botânicas; Procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manuais Técnicos em Geociências. Mapa temático: Amazônia Legal - 2014. Escala 1:15.000.000. Rio de Janeiro: Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/amazonia-legal> >. Acesso em: 01 Jun. 2018.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2004. *Mapa da vegetação brasileira*. 3ª edição. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

JOHANSEN, D. A. Plant microtechnique. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc. 1940.

KRAUS, B. H. Anatomy of the vegetative organs of the pineapple, *Ananas comosus* (L.) Merr. II. The leaf. **Botanical Gazette**, v. 110, p. 333-404, 1948.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, A. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro, Seropédica. 1997. 198p.

KRAUS, B. H. Anatomy of the vegetative organs of the Pineapple, *Ananas comosus* (L.) Merr. II - The leaf. **Botanical Gazette**, v. 110, p. 333-404, 1949.

LIMA, J. M. E.; SMIDERLE, O. J.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. L. M. Técnicas de análise de imagem para caracterização da qualidade de sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth). **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1202-1216, 2018.

LOUREIRO, M. B.; TELES, C. A. S.; VIRGENS, I. O.; ARAÚJO, B. R. N.; FERNANDEZ, L. G.; CASTRO, R. D. Aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de sementes e plântulas de *Amburana cearensis* (fr. all.) A.C. SMITH (Leguminosae - Papilionoideae). **Revista Árvore**, v.37, n.4, p.679-689, 2013.

LPWG - THE LEGUME PHYLOGENY WORKING GROUP. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. **Taxon**, v. 66, n. 1, p. 44–77, 2017.

MARQUES, C. A. **Anatomia foliar aplicada a taxonomia de espécies de Lauraceae Lindl.** 2001, 88p. Tese: Doutorado – Universidade Federal de – UFV, 2001.

MARTEL, C.; ROJAS, N.; MARÍN, M.; AVILÉS, R.; NEIRA, E.; SANTIAGO, J. *Caesalpinia spinosa* (Caesalpinaceae) leaves: anatomy, histochemistry, and secondary metabolites. **Brazilian Journal of Botany**, v. 37, p. 167-174, 2014.

METCALFE, C. F.; CHALK, L. Anatomy of the Dicotyledons: Leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. Oxford: Clarendon Press, v. 1, 1950, 724p.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons: Wood Structure and Conclusion of the General Introduction**. v. 2, New York, Oxford University Press. 1983.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Second edition, Oxford. England: Clarendon Press., 1979.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**. 2 ed. Clarendon, Oxford., 1988.

MORENO, G.; HIGA, T. C. S.; MAITELI, G. T. **Geografia de Mato Grosso: Território, sociedade e ambiente**. Entre linhas, Cuiabá, 2005, 296p.

NETO, I. L. C.; MARTINS, F. M. Anatomia dos órgãos vegetativos de *Agave sisalana* Perrine ex Engelm (Agavaceae). **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 72-78, 2012.

OKSANEN, J. F.; BLANCHET, G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; HENRY, M.; STEVENS, H.; SZOECS, E.; WAGNER, H. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-4. 2019. <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. NeoTropTree, Flora arbórea da Região Neotropical: Um banco de dados envolvendo biogeografia, diversidade e conservação. Universidade Federal de Minas Gerais. 2017. <<http://www.neotropree.info>>.

PAIVA, J. G. A.; FANK-DE-CARVALHO, S. M.; MAGALHÃES, M. P.; GRACIANO-RIBEIRO, D. Verniz vitral incolor 500®: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 2. p. 257-264. 2006.

PENNINGTON, T. D. **The genus Inga**: Botany. Kew, Royal Botanic Gardens. 1997, 844p.

PEREIRA, L. B. S.; COSTA-SILVA, R.; FELIX, L. P.; AGRA, M. F. Leaf morphoanatomy of "mororó" (*Bauhinia* and *Schnella*, Fabaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 28, p. 383-392, 2018.

POSSETTE, R. F. S.; RODRIGUES, W. A. O gênero *Inga* Mill. (Leguminosae – Mimosoideae) no estado do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24 n. 2, p. 354-368, 2010.

R CORE TEAM (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

RICHARDSON, J. E.; PENNINGTON, R. T.; PENNINGTON, T. D.; HOLLINGSWORTH, P. M. Rapid Diversification of a Species-Rich Genus of Neotropical Rain Forest Trees. **Science**, v. 293, p. 2242-2245, 2001.

RODRIGUES, I. M. C.; SOUZA FILHO, A. P. S.; FERREIRA, F. A.; ILKIUBORGES, F.; GURGEL, E. S. C. Anatomia e histoquímica das folhas de *Senna alata*. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 515-526, 2009.

RODRÍGUEZ-CALCERRADA, J.; REICH, P. B.; ROSENQVIST, E.; PARDOS, J. A.; CANO, F. J.; ARANDA, I. Leaf Physiological versus Morphological acclimation to high-light exposure at different stages of foliar development in Oak. **Tree Physiology**, v. 28, n. 5, p. 761-771, 2008.

ROESER, K. R. Die nadel der Schwarzkiefer-masenprodukt und Keinstwert der Natur. **Microkosmos**, v. 61, p. 33-36, 1962.

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA-MT). **Estudo de impacto ambiental – EIA, UHE Colíder**. Mato Grosso, 2009. V II. 218p.

SILVA, E. D.; TOZZI, A. M. G. A. Leguminosae na Floresta Ombrófila Densa do Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 2, p. 285-309, 2013.

SILVA, M. J.; SOUZA, A. O.; ALONSO, A. A. A new species for the legume genus *Chamaecrista* (Fabaceae, Caesalpinioideae) supported by molecular, morphological, and anatomical data. **Plant Systematics and Evolution**, v. 305, p. 325-340, 2019.

SILVA, M. M. B.; SANTANA, A. S. C. O.; PIMENTEL, R. M. M.; SILVA, F. C. L.; RANDAU, K. P.; SOARES, L. A. L. Anatomy of leaf and stem of *Erythrina velutina*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 23, n. 2, p. 200-206, 2013.

SILVA, M. S.; DOS REIS, C.; PONTES-PIRES, A. F. P. Caracterização anatômica foliar de cinco espécies da família Fabaceae ocorrentes em Sinop, MT. **Scientific Electronic Archives**, v. 1, p. 16-19, 2012.

SMITH, F. H.; SMITH, E. C. Anatomy of the inferior ovary of *Darbya*. **American Journal of Botany**, v. 29, p. 464-471, 1942.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 01, n. 01, p.34-43, 2013.

STEVENS, P. F. Site de filogenia de angiospermas. Versão 14, julho de 2017.

ZAPPI, D. C.; SASAKI, D.; MILLIKEN, W.; PIVA, J.; HENICKA, G. S.; BIGGS, N.; FRISBY, S. Plantas vasculares da região do Parque Estadual Cristalino, norte de Mato Grosso, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 41, n. 1, p. 29-38, 2011.

ZORIC, L.; MERKULOV, L.; LUKOVIC, J.; BOZA, P. Comparative analysis of qualitative anatomical characters of *Trifolium* L. (Fabaceae) and their taxonomic implications: preliminary results. **Plant Systematics and Evolution**, v. 298, p. 205-219, 2012.

3. CAPÍTULOS

3.2. MORFO-ANATOMIA DE NECTÁRIOS EXTRAFLORES DE *Inga* Mill (FABACEAE) NA REGIÃO NORTE DE MATO GROSSO, BRASIL.

Resumo – (Morfo-anatomia de nectários extraflorais de *Inga* Mill (Fabaceae) na região norte de Mato Grosso). A anatomia de estruturas secretoras, especialmente nectários extraflorais (NEFs) são recentes no Brasil, onde as mais valiosas contribuições para a ciência foram feitas nos últimos 10 anos, sendo que espécies de *Inga* Mill são pouquíssimo estudadas. A fim de fornecer novos dados sobre a anatomia de NEFs para o gênero e seu mecanismo de liberação de néctar, propomos descrever a anatomia dos NEFs de quinze espécies do gênero *Inga*. Para isso, coletamos nectário extrafloral de segunda e terceira ordem de folhas adultas no município de Alta Floresta, extremo norte do estado de Mato Grosso. Fixamos em FAA50% e acondicionadas em etanol 70%. Para as análises anatômicas, incluímos as amostras de NEFs em resina sintética e posteriormente seccionamos longitudinalmente em micrótomo rotativo. Coramos as secções com azul de toluidina e montamos lâminas permanentes. Quanto a morfologia, três tipos estruturais foram encontrados nas espécies estudadas: pateliforme, cupuliforme e ciatiforme. Predominantemente, as espécies apresentam epiderme uniestratificada e cutícula delgada. As bordas são formadas por células parenquimáticas grandes e com espaços intercelulares conspícuos. O parênquima nectarífero localiza-se na fenda nectarífera logo abaixo da epiderme, apresentando de 3-18 camadas de células pequenas. O parênquima subnectarífero possui de 3-10 camadas de células geralmente de tamanho médio. O tecido vascular é composto por xilema e floema que estão organizados em quatro diferentes formas, sendo cônico/afunilado, em meia lua, em “V” e formato reto vertical. Idioblastos como os cristais de oxalato de cálcio estão presentes em todos os tecidos dos nectários. Os NEFs de *Inga* são morfologicamente distintos, apresentam evidências de secreção via ruptura cuticular e epidérmica e confirmam padrão anatômico observado nos demais gêneros da família Fabaceae.

Palavras-chave: Leguminosa; Mimoside; *Inga*; Estrutura secretora; Amazônia.

Abstract – (Morpho-anatomy of the extra-floral nectaries of the *Inga* plant (Fabaceae) in the northern region of Mato Grosso). The anatomy of secretory structures, especially extrafloral nectaries (NEFs) are recent in Brazil, where the most valuable contributions to science have been made in the last 10 years, with *Inga* Mill species being scarcely studied. In order to provide new evidence on the anatomy of NEFs for the genus and its nectar release mechanism, we propose to describe the anatomy of NEFs of fifteen species of the genus *Inga*. For that, second and third order extrafloral nectaries were collected in the municipality of Alta Floresta, in the extreme north of the state of Mato Grosso. We established 50% FAA and conditioned 70% ethanol. For anatomical analysis, we included samples of NEFs in synthetic resin and then cross-sectioned in a rotating microtome. We stained the sections with toluidine blue and set up permanent slides. As for morphology, three structural types were found in the species studied: patelliform, cupuliform and ciatiform. Predominantly, the species have uni-stratified epidermis and thin cuticle. The borders are formed by large parenchymal cells and conspicuous intercellular spaces. The nectariferous parenchyma is located in the nectariferous slit just below the epidermis, with 3-18 layers of small cells. The subnectariferous parenchyma has 3-10 layers of cells, usually of medium size. The vascular tissue is composed of xylem and phloem, organized in four different forms, being conical / conical, in a half-moon, in "V" and in the straight vertical format. Idioblasts, like calcium oxalate crystals, are present in all nectary tissues. *Inga*'s NEFs are morphologically distinct, show evidence of secretion by cuticular and epidermal rupture and confirm the anatomical pattern observed in the other genera of the Fabaceae family

Keywords: Legume; Mimoside; *Inga*; Secretory structure; Amazon.

Introdução

Os nectários são estruturas secretoras que ocorrem na superfície de alguns grupos de plantas, sendo especializados na secreção de solução adocicada (néctar), que podem ser classificados como nectários florais, quando localizados nas partes florais das plantas e nectários extraflorais (NEFs), localizados nos órgãos vegetativos, cujas informações sobre a estrutura morfo-anatômica e composição desses nectários ainda são incipientes (COUTINHO *et al.*, 2012).

Nectários são registrados para mais de 100 famílias de angiospermas, sendo Fabaceae a que apresenta o maior número de espécies e com maior diversidade morfológica de nectários, que provavelmente desempenharam papel evolutivo na diversificação dos clados dessa família, no entanto, sua anatomia tem sido pouco estudada (GONZALES *et al.*, 2018). De acordo com Weber *et al.* (2015), existem 4017 espécies de angiospermas com nectários extraflorais, dessas, 920 espécies em 98 gêneros são membros da família Fabaceae.

Os tipos de nectários apresentam uma ampla variação e distribuição, sendo uma característica quase universal para o gênero *Inga*; Normalmente, um único nectário está presente na raque foliar entre cada par de folíolo, mas podem apresentar entre 2-3 nectários presentes no mesmo nó ou na nervura central, isoladamente ou vários; O tipo do nectário varia de pulvinato, plano, pateliforme e ciforme; É possível encontrar uma variação considerável no comprimento, largura e no formato, que podem sofrer modificações em resposta ao ambiente que as espécies são encontradas e ecologicamente, plantas com nectários estabelecem interação com muitos insetos, especialmente formigas e vespas que defendem a planta contra os herbívoros (PENNINGTON, 1997).

Nos últimos 10 anos é notado um aumento de estudos morfo-anatômicos e histoquímicos de nectários extraflorais, porém, pouquíssimos trabalhos com o gênero *Inga*, a exemplo de Pireda *et al.*, (2018), que trabalharam especificamente a espécie *I. edulis* (Vell.) Mart., e Melo *et al.*, (2010) que descreveram a anatomia dos nectários extraflorais de *I. vera* Willd

dentre 35 espécies de Fabaceae de floresta sazonalmente seca (Caatinga) no Brasil. Gonzalez & Marazzi (2018) descreveram anatomicamente os nectários extraflorais de 12 espécies de 10 gênero de Fabaceae, Coutinho *et al.*, (2012) que descreveram anatomicamente os nectários de 8 espécies do gêneros *Chamaecrista* Moench e Machado *et al.*, (2008) que descreveram a morfologia de nectários extraflorais para 40 espécies de diferentes famílias do Cerrado brasileiro, não apresentam descrição para espécies do gênero *Inga*.

A investigação morfológica e anatômica dos NEFs do gênero *Inga* é importante, pois pode subsidiar estudos taxonômicos (COUTINHO *et al.*, 2012, AGUIRRE *et al.*, 2013, OJEDA *et al.*, 2014), evolutivos (PASCAL *et al.*, 2000), contribuir na compreensão da dinâmica de produção e secreção de néctar (HEIL 2016, RODRÍGUEZ-MORALES *et al.*, 2016, DELGADO *et al.*, 2017), além de fornecer informações para estudos ecológicos e aspecto estrutural.

Nota-se que a pesquisa sobre a anatomia de estruturas secretoras, especialmente dos NEFs é recente no Brasil, onde as mais valiosas contribuições para a ciência nesse sentido foram feitas nos últimos 10 anos sendo pouquíssimas as espécies de *Inga* estudadas. Diante disso, afim de fornecer novos dados sobre a morfo-anatomia de nectários extraflorais e seu mecanismo de liberação de néctar, estudamos a anatomia dos nectários extraflorais de quinze espécies do gênero *Inga* Mill com ocorrência no estado de Mato Grosso.

Material e Métodos

Realizamos coletas aleatórias de parte da raque foliar com nectários extraflorais (NEFs) de 15 espécies do gênero *Inga* Mill (Tab. 01), no município de Alta Floresta (Fig. 01), extremo norte do estado de Mato Grosso (09° 52' 25,5" S, 56° 06' 20,8" W). A região possui clima quente, sazonalmente seco, com período de estiagem de três a cinco meses por ano, sendo registradas temperaturas médias anuais acima de 26°C, pluviosidade média anual entre 2.400 mm a 2.800 mm (ALVARES *et al.*, 2013; OLIVEIRA-FILHO, 2017). A vegetação da região é de transição entre Floresta Ombrófila e Floresta

Estacional, Floresta Estacional e Savana e Floresta Ombrófila e Savana (IBGE, 2004; ZAPPI *et al.*, 2011).

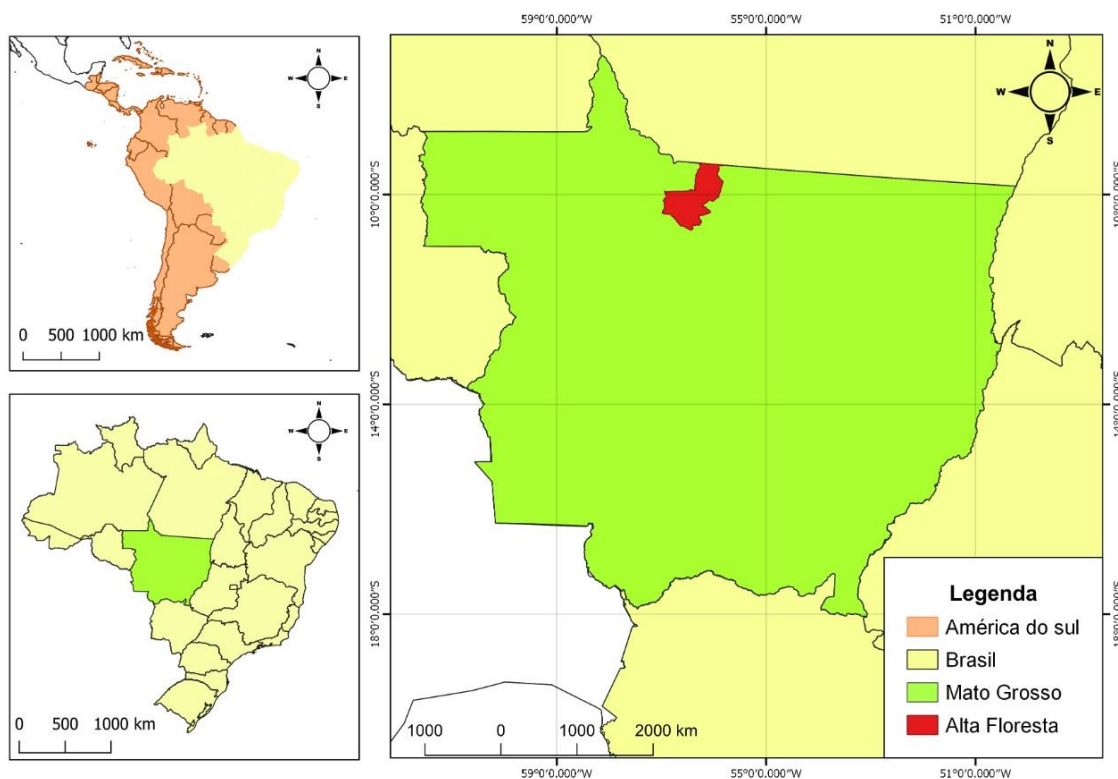


Figura 01. Mapa da área de estudo destacando o município de Alta Floresta, estado de Mato Grosso, Brasil. Fonte: Luciano D. Conceição.

Coletamos os nectários de segunda e terceira ordem na raque foliar, em total desenvolvimento e em fase de secreção (Fig. 2A). Fixamos o material em FAA50% (Formaldeído, Ácido acético e Álcool) por um período de 48 horas e posteriormente acondicionadas em etanol 70% (JOHANSEN, 1940) (Fig. 2B). Para as análises anatômicas, incluímos as amostras de NEFs em resina sintética Leica® (MEIRA & MARTINS, 2003) (Fig. 2C e 2D) e posteriormente seccionamos transversalmente em micrótomo rotativo, produzindo secções com 8 μ m de espessura (Fig. 2E). Coramos as secções com azul de toluidina (Fig. 2F e 2G), lavamos em água destilada e montamos lâminas permanentes com Verniz Vitral Acrilex® (PAIVA *et al.*, 2006) (Fig. 2H).

Obtivemos as ilustrações por meio do capturador de imagens digital LAS E.Z. 1.7.0 Leica®, acoplado em um foto microscópio Leica ICC50. A partir das fotomicrografias confeccionamos pranchas anatômicas para evidenciar o

padrão das espécies e utilizamos a terminologia dos tipos morfológicos dos NEFs de *Inga* proposta por Pennington (1997).

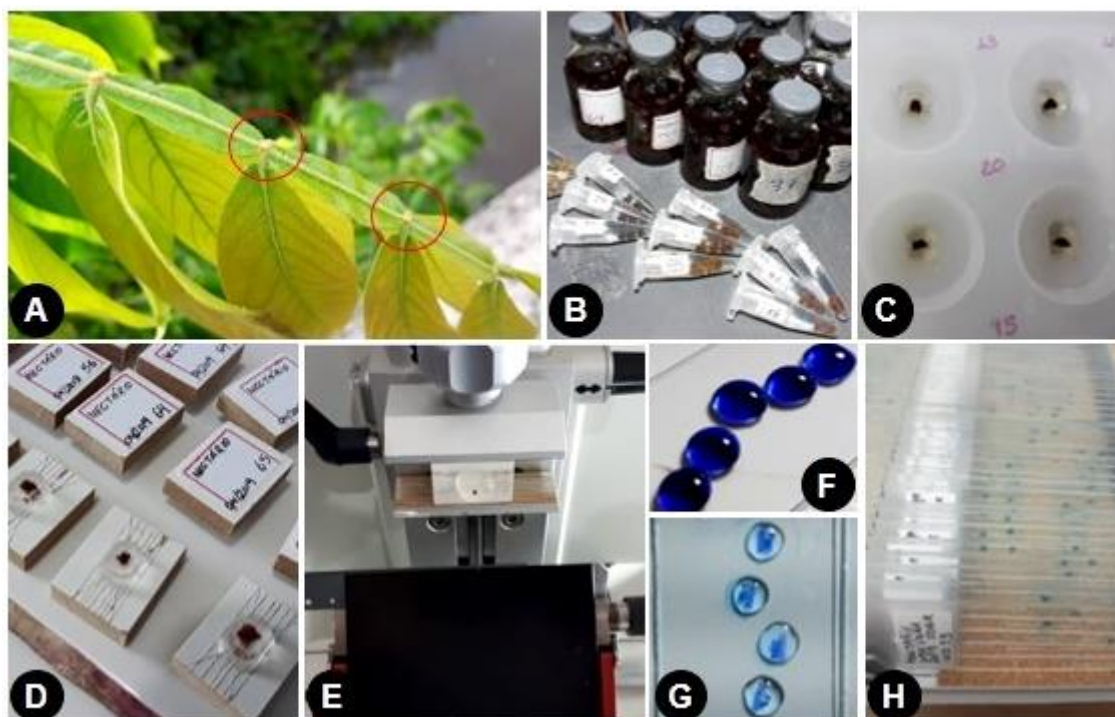


Figura 02. Sequência de procedimentos metodológicos. (A) Folha com nectários extraflorais (NEFs) de *I. vera*; (B) Material fixado em FAA50% nos frascos e conservado em etanol 70% nos microtubos eppendorfs; (C) NEFs imergidos em resina sintética nos histomoldes; (D) NEFs emblocados; (E) Secção transversal dos NEFs em micrótomo rotativo; (F e G) Coloração das secções em Azul de toluidina e lavagem em água destilada; (H) Laminário.

Resultados

Encontramos três principais tipos estruturais de nectários extraflorais (NEFs) nas espécies estudadas de *Inga*, de acordo com a “cabeça” (Tab. 01). Todas as espécies possuem NEFs elevados em relação ao eixo do pecíolo da raque foliar ou raramente impresso como é o caso de *I. capitata*. Estes também são sésseis ou subsésseis, circulares ou elípticos, caso observado para *I. edulis*. De acordo com o formato da “cabeça”, pateliforme é um tipo de nectário mais comum entre as espécies estudadas, estes apresentam ampla depressão com as bordas estreitas. Ciatiforme é o segundo tipo mais comum, sendo estes semelhantes ao formato de uma “xícara” com abertura de menor diâmetro que o interior da cavidade. Por fim, cupuliforme com representação de uma espécie, apresentando depressão na região central conferindo ao NEF uma

forma oblíqua, bipartida, onde a abertura apresenta o mesmo diâmetro que o interior da cavidade.

Tabela 01. Morfologia de nectários extraflorais das espécies de *Inga* Mill submetidas ao estudo morfo-anatômico no norte do estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Brasil.

Espécie	Tamanho do estipe	Tipo	Forma
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Subsésil	Pateliforme	Circular
<i>Inga capitata</i> Desv.	Sésil	Pateliforme	Circular
<i>Inga chartacea</i> Poepp. & Endl.	Sésil	Pateliforme	Circular
<i>Inga edulis</i> Mart.	Sésil	Cupuliforme	Elíptico
<i>Inga heterophylla</i> Willd.	Sésil	Pateliforme	Circular
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	Sésil	Pateliforme	Circular
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Sésil	Pateliforme	Circular
<i>Inga macrophylla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Sésil	Ciatiforme	Circular
<i>Inga marginata</i> Willd.	Sésil	Pateliforme	Circular
<i>Inga nobilis</i> Willd.	Sésil	Pateliforme	Circular
<i>Inga pezizifera</i> Benth.	Sésil	Pateliforme	Circular
<i>Inga pilosula</i> (Rich.) J.F.Macbr.	Sésil	Ciatiforme	Circular
<i>Inga striata</i> Benth.	Sésil/Subsésil	Pateliforme	Circular
<i>Inga velutina</i> Willd.	Sésil	Ciatiforme	Circular
<i>Inga vera</i> Willd.	Sésil	Pateliforme	Circular

Anatomicamente os NEFs das espécies estudadas apresentam epiderme uniestratificada, com células de formato circular e pequenas, revestida por uma cutícula que se apresenta delgada, como registrado para as espécies *I. capitata*, *I. chartacea*, *I. edulis*, *I. ingoides*, *I. macrophylla*, *I. marginata*, *I. nobilis*, *I. pezizifera*, *I. pilosula* (Figs. 3G, 3J, 3O, 4F, 4O, 5B, 5G, 5L, 6B) ou levemente espessada para as espécies de *I. alba*, *I. heterophylla*, *I. laurina*, *I. striata*, *I. velutina* e *I. vera* (Figs. 3C, 4B, 4K, 6G, 6J, 6O). Não houve variação de formato e tamanho das células epidérmicas e da cutícula nas regiões de borda ou no centro da fenda nectarífera.

Observamos tricomas tectores em *I. edulis*, *I. nobilis*, *I. pilosula*, *I. velutina* e *I. vera*, localizados na base do NEF e nas paredes epidérmicas laterais (Figs. 3N, 6I e 6M), assim como a formação de hifas no interior da fenda nectarífera de *I. macrophylla* (Fig. 5C).

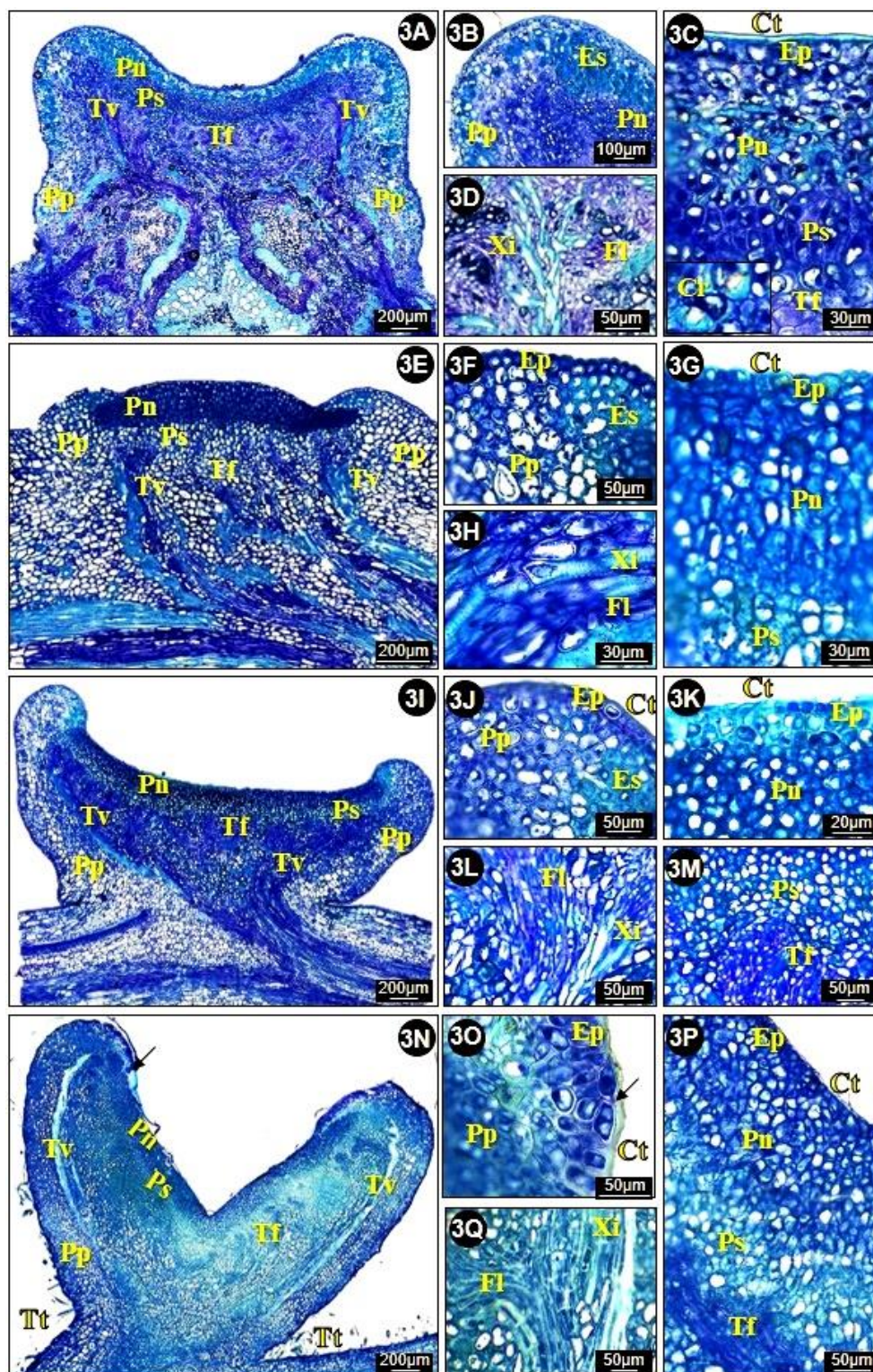


Figura 03. Secções longitudinais dos nectários extraflorais de *Inga alba* (3A – 3D); *Inga capitata* (3E – 3H); *Inga chartaceae* (3I – 3M); *Inga edulis* (3N – 3Q). Cr) Cristais de oxalato de Cálcio; Ct) Cutícula; Ep) Epiderme; Es) Espaços conspícuos; Fl) Floema; Pn) Parênquima nectarífero; Pp) Parênquima de preenchimento; Ps) Parênquima subnectarífero; Tf) Terminação de floema; Tt) Tricoma tector; Tv) Tecido vascular; Xi) Xilema.

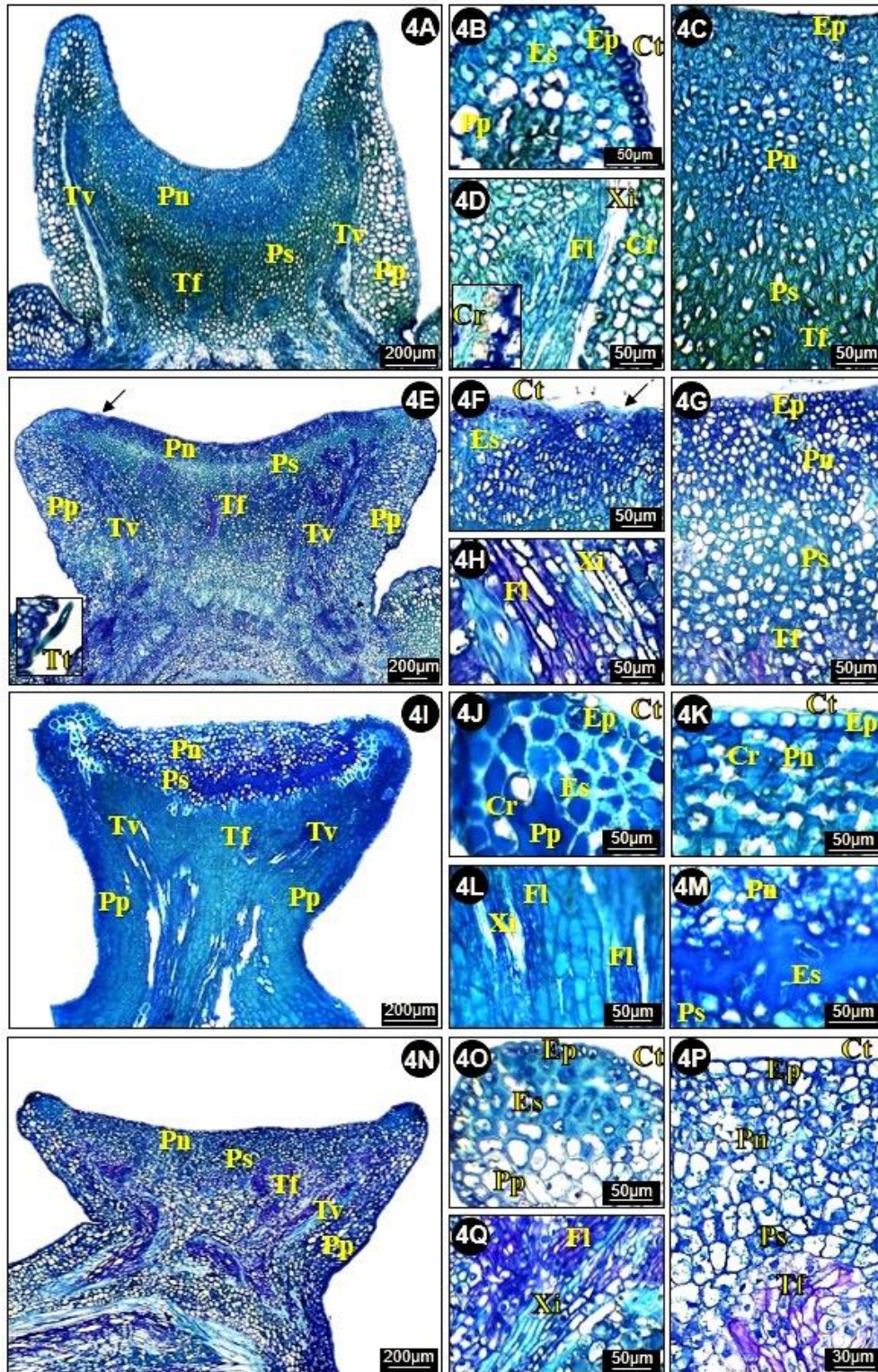


Figura 04. Secções longitudinais dos nectários extraflorais de *Inga heterophylla* (4A – 4D); *Inga ingoides* (4E – 4H); *Inga laurina* (4I – 4M); *Inga marginata* (4N – 4Q). Cr) Cristais de oxalato de Cálcio; Ct) Cutícula; Ep) Epiderme; Es) Espaços conspícuos; Fl) Floema; Pn) Parênquima nectarífero; Pp) Parênquima de preenchimento; Ps) Parênquima subnectarífero; Seta) Ruptura de tecido; Tf) Terminação de floema; Tt) Tricoma tector; Tv) Tecido vascular; Xi) Xilema.

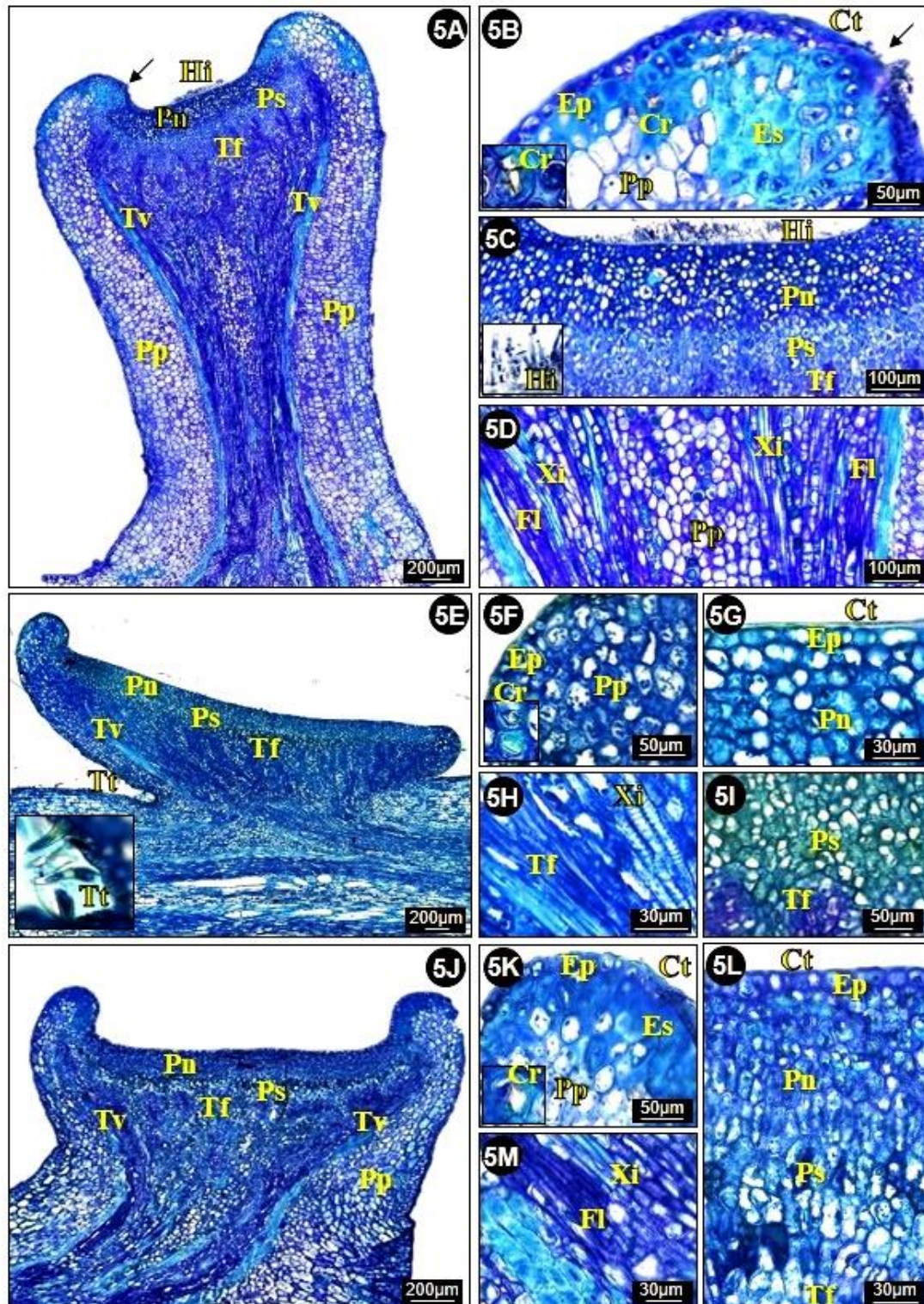


Figura 05. Secções longitudinais dos nectários extraflorais de *Inga macrophylla* (5A – 5D); *Inga nobilis* (5E – 5I); *Inga pezizifera* (5J – 5M). Cr) Cristais de oxalato de Cálcio; Ct) Cutícula; Ep) Epiderme; Es) Espaços conspícuos; Fl) Floema; Pn) Parênquima nectarífero; Pp) Parênquima de preenchimento; Ps) Parênquima subnectarífero; Seta) Ruptura de tecido; Tf) Terminação de floema; Tt) Tricoma tector; Tv) Tecido vascular; Xi) Xilema.

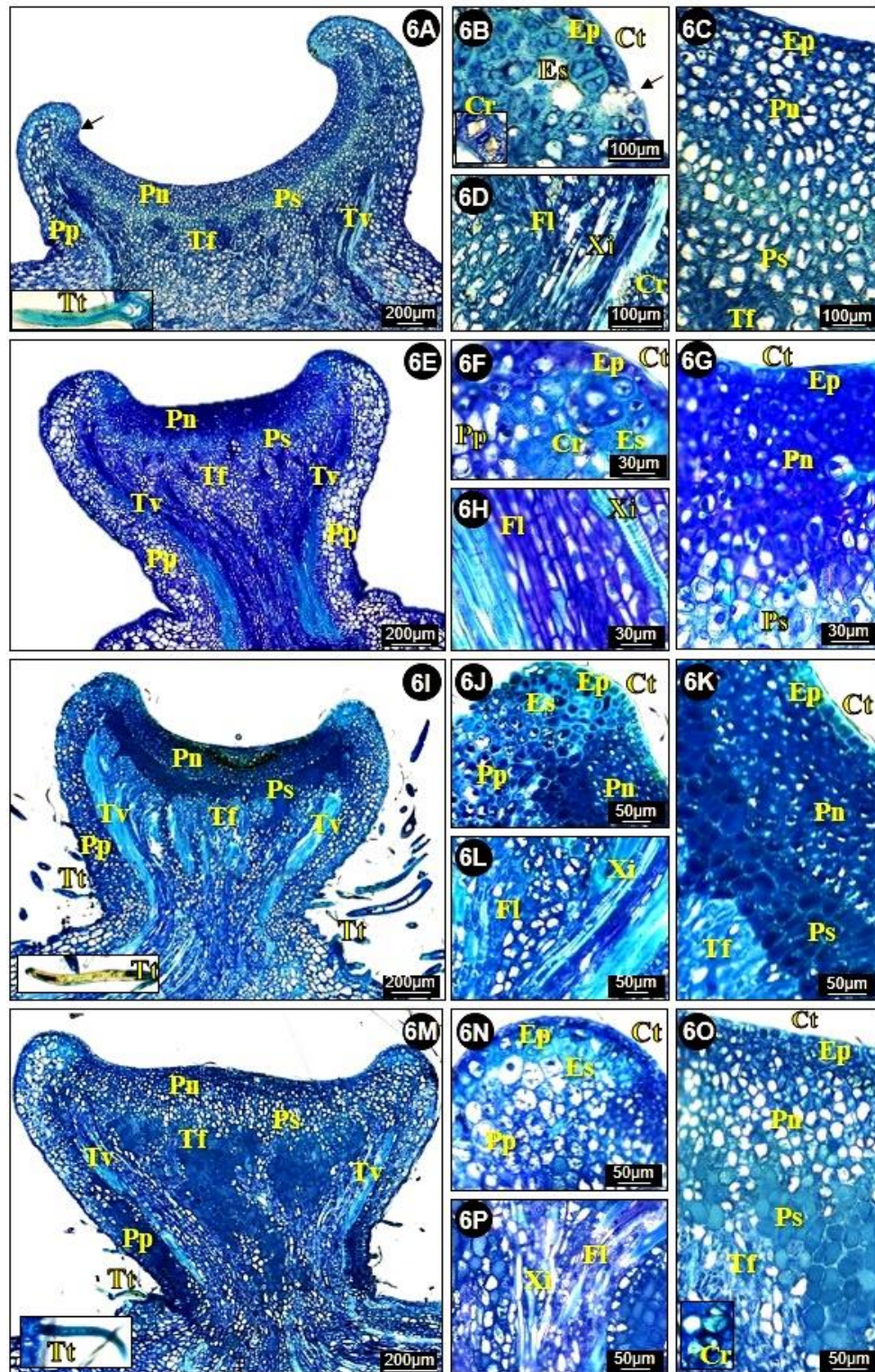


Figura 06. Secções longitudinais dos nectários extraflorais de *Inga pilosula* (6A – 6D); *Inga striata* (6E – 6H); *Inga velutina* (6I – 6L) e *Inga vera* (6M – 6P). Cr) Cristais de oxalato de Cálcio; Ct) Cutícula; Ep) Epiderme; Es) Espaços conspícuos; Fl) Floema; Pn) Parênquima nectarífero; Pp) Parênquima de preenchimento; Ps) Parênquima subnectarífero; Tf) Terminação de floema; Tt = Tricoma tector; Tv) Tecido vascular; Xi) Xilema.

A borda é formada por células parenquimáticas circulares à ovaladas grandes com espaços conspícuos próximo à cavidade nectarífera onde é possível notar o acúmulo de substâncias. Substância essa, que de acordo com a região, seja possivelmente oriunda do néctar (Figs. 3F, 3J, 4B, 4F, 5B, 6B). Nessa região ocorre a exsudação do néctar a partir de evidencia de cavidade ou cicatriz (Fig. 4F) de ruptura cuticular e epidérmica (Figs. 3O, 5B, 6B) localizada na lateral interna da cavidade nectarífera próximo à borda. As estruturas ligadas à essa função como estômatos ou tricomas glandulares estão ausentes nos NEFs das espécies estudadas.

Já o parênquima nectarífero que se localiza abaixo da epiderme, na cavidade de secreção, é constituído por 3-5 camadas de células em *I. vera* (Fig. 6O), de 6-8 camadas em *I. marginata*, *I. nobilis* e *I. pezizifera* (Figs. 4P, 5L), de 8-11 camadas de células em *I. alba*, *I. capitata*, *I. chartacea*, *I. ingoides*, *I. laurina* e *I. pilosula* (Figs. 3C, 3G, 4G, 4K, 6C), de 10-12 camadas de células em *I. edulis*, *I. macrophylla*, *I. striata* e *I. velutina* (Figs. 3P, 5C, 6G, 6K) e 16-18 camadas de células em *I. heterophylla* (Fig. 4C). Essas células são do formato circular à ovaladas, de tamanho pequeno ou intermediários.

O parênquima subnectarífero localizado entre o parênquima nectarífero e o tecido vascular é constituído por 3-5 camada em *I. laurina* e *I. pilosula* (Figs. 4I, 6C), de 4-7 camadas em *I. alba*, *I. capitata*, *I. chartacea*, *I. heterophylla*, *I. marginata*, *I. nobilis*, *I. pezizifera*, *I. striata*, *I. velutina* e *I. vera* (Figs. 3C, 3G, 3M, 4C, 4P, 5I, 5L, 6G, 6K, 6O) e de 7-10 camadas em *I. edulis*, *I. ingoides* e *I. macrophylla* (Figs. 3P, 4G, 5C). Essas células são circulares à ovaladas o que na maioria dos casos possui tamanho intermediário, porém podem se apresentar em tamanho menor com similaridade às células epidérmicas com espaços inconspícuos.

O tecido vascular é composto por xilema e floema (Figs. 3D, 3L, 3Q, 4H, 4Q, 5D, 5H, 6H), organizados de quatro diferentes formas, sendo cônico ou afunilado no sentido de triângulo invertido com base superior reta, encontrado em: *I. chartacea*, *I. ingoides*, *I. laurina*, *I. macrophylla*, *I. marginata*, *I. pezizifera*, *I. striata* e *I. vera* (Figs. 4E, 4N, 5A, 5J, 6E, 6M). Ocorrem também em formato de meia lua onde as bordas laterais são mais altas que o centro do tecido, presentes em *I. alba*, *I. heterophylla*, *I. nobilis*, *I. pilosula* e *I. velutina* (Figs. 3A,

4A, 5E, 6A, 6I). O formato em “V” que ocorre apenas em *I. edulis* (Fig. 3N). Uma exceção ocorre para *I. capitata* que não se enquadra em nenhum dos três formatos acima mencionados, onde o tecido vascular percorre em sentido vertical as laterais do NEF (Fig. 3E).

Idioblastos como os cristais de oxalato de cálcio estão presentes na maioria dos tecidos dos NEFs de todas as espécies, exceto epiderme, mas frequentemente se localizam na região da borda e associados ao feixe vascular (Figs. 3C, 4D, 4K, 5B, 5F, 5K, 6D, 6F, 6O).

Discussão

A organização anatômica dos nectários extraflorais (NEFs) observada em nosso estudo corroboram com as descrições feitas para NEFs em outros gêneros da família Fabaceae, tais como: *Bauhinia* L., *Senna* Mill., *Chloroleucon* (Benth.) Britton & Rose ex Record., *Senegalia* Raf., *Chamaecrista* Moench., *Mimosa* L. entre outros (MELO *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2017; GONZALES & MARAZZI, 2018; PIREDA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2019). Embora morfologicamente diferentes, encontramos nas espécies estudadas semelhanças na estruturação anatômica entre NEFs de *Inga* já descritos na literatura (PIREDA *et al.*, 2018; FERNANDES, 2011), assim como nos NEFs de espécies do clado mimosoide (LIMA *et al.*, 2007; MORRIM & BARROSO, 2007; LPWG, 2017).

Não constatamos estômatos ou tricomas glandulares, o que indica que a liberação do néctar nas espécies do gênero *Inga* deve ocorrer por transporte passivo através da membrana, sendo essa inferência assumida por PIREDA *et al.* (2018), seguido de ruptura epidérmica. Entretanto, deve-se ter cuidado ao afirmar exsudação de néctar por rompimento cuticular, pois em alguns casos, esse rompimento está associado ao comportamento da formiga ao coletar o néctar (CARDOSO-GUSTAVSON *et al.*, 2013).

A exsudação do néctar pode ocorrer por estruturas facilitadoras como estômatos modificados, poros, tricomas, microcanais cuticulares ou ainda, quando a cutícula e as células epidérmicas se rompem devido ao acúmulo de néctar nesses tecidos (FAHN, 1979; NEPI *et al.*, 2007; MELLO *et*

al., 2010). A presença de espaços intercelulares na epiderme e a formação da câmara subcuticular são evidências que sugerem secreção de néctar por meio de rupturas da cutícula (PAIVA & MACHADO, 2006). Porém, não observados em nosso estudo esses espaços intercelulares na região epidérmica.

Já os tricomas nectaríferos podem estar associados a uma cavidade secretora de néctar (MELO *et al.*, 2010). Essas cavidades associadas aos tricomas glandulares são comumente encontrados para espécies de Fabaceae (LACKEY, 1978), mas que não confirmamos a partir das espécies aqui estudadas.

A presença de hifas fúngicas é outra característica comum encontrada nos NEFs que se estende para além da família Fabaceae (LEITÃO *et al.*, 2002; PAIVA & MACHADO, 2006; FRANCINO *et al.*, 2006; VILHENA-POTIGUARA *et al.*, 2012). Assumimos que a ocorrência dessas hifas nos NEFs e sua proporção podem estar associadas com o fim da fase secretória, corroborando LEITÃO *et al.* (2002) que encontrou maior proliferação de hifas na epiderme secretora e se expandido para os demais tecidos a medida que o nectário entra em fase senescente.

Existe uma delimitação clara onde observa-se sempre uma epiderme uniestratificada, um parênquima nectarífero ligeiramente em maior proporção que o parênquima subnectarífero e a presença de uma vascularização xilemática e floemática associado à cristais de oxalato de cálcio. Essa divisão em três zonas distintas, sendo zona secretora (parênquima nectarífero), zona intermediária (parênquima subnectarífero) e zona vascular é comum em NEFs (ESAU, 1960; FAHN, 1979).

Com relação ao parênquima nectarífero, suas células pequenas, isodiamétricas, com parede delgada já foram descritas por outros autores (FAHN, 1979; DURKEE, 1983; NEPI, 2007), assim também ocorre para os tecidos condutores que podem ser tanto de xilema quanto de floema e as terminações de floema que alcançam o parênquima subnectarífero.

A vascularização por xilema e floema nos NEFs são comuns para além das espécies de Fabaceae (DAVIS *et al.*, 1988; COUTINHO *et al.*, 2012; COUTINHO & MEIRA, 2015). Sua origem, na maioria dos casos, se dá no

sistema vascular principal do pecíolo ou da raque foliar (COUTINHO *et al.*, 2012). Essa vascularização é responsável pelo suprimento de compostos que darão origem ao néctar (NEPI, 2007). O que não consta na literatura é a forma como essa vascularização se distribui no nectário.

A vascularização de *I. capitata* foi um caso aparte, segundo Frey-Wyssling (1995) e Pascal *et al.*, (2000) se tratar de um nectário mais simples considerado evolutivamente mais primitivo por apresentar uma área nectarífera plana e com pouca vascularização.

Cristais de oxalato de cálcio em NEFs ocorrem com frequência em muitos táxons (METCALFE & CHALK, 1979). A presença de cristais contribui com a regulação do conteúdo de cálcio intracelular e confere proteção contra herbívoro e na manutenção do equilíbrio iônico dentro da célula (FRANCESCHI & NAKATA, 2005). Com relação ao controle da herbívora, os cristais de oxalato de cálcio dificultam a mastigação e pode atuar como um composto tóxico aos insetos e animais de grande porte (FRANCESCHI & NAKATA, 2005). Quando estes cristais estão associados ao sistema vascular, estão relacionados com a translocação de solutos através do floema, pois o cálcio inibe o fluxo, sendo necessário à sua eliminação para a periferia do sistema vascular (PAIVA & MACHADO, 2005).

Conclusão

Morfologicamente diversificados, apresentando três principais tipos: pateliforme, ciatiforme e cupuliforme. Além disso, apresentaram quatro principais formas de distribuição do tecido vascular, dado esse ainda não padronizado nos estudos de estruturas secretoras. Esse padrão de organização tem importância de ordem evolutiva, onde os nectários com maior ou menor vascularização, caso registrado para *I. capitata*, podem revelar serem mais primitivos ou mais derivados e contribuir para o refinamento da filogenia do grupo.

Hipoteticamente diante das evidências anatômicas, os NEFs estudados possuem mecanismo de liberação de néctar pautado na ruptura epidérmica e cuticular. Entretanto, esse mecanismo de exsudação ainda não

está claro, o que nos leva a acreditar que apenas com estudos ultraestruturais dos nectários dessas espécies seja possível a confirmação de nossas inferências.

Referências Bibliográficas

AGUIRRE, A.; ROSAMOND COATES, R.; CUMPLIDO-BARRAGÁN, G.; CAMPOS-VILLANUEVA, A.; DÍAZ-CASTELAZO, C. Morphological characterization of extrafloral nectaries and associated ants in tropical vegetation of Los Tuxtlas, Mexico. **Flora**, v. 208, p. 147-156, 2013.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

CARDOSO-GUSTAVSON, P.; ANDREAZZA, N. L.; SAWAYA, A. C. H. F.; CASTRO, M. M. Only Attract Ants? The Versatility of Petiolar Extrafloral Nectaries in *Passiflora*. **American Journal of Plant Sciences**, v. 4, p. 460-469, 2013.

COUTINHO, I. A. C.; FRANCINO, D. M. T.; AZEVEDO, A. A.; MEIRA, R. M. S. A. Anatomy of the extrafloral nectaries in species of *Chamaecrista* section *Absus* subsection *Baseophyllum* (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Flora**, v. 207, p. 427-435, 2012.

COUTINHO, I. A. C.; MEIRA, R. M. S. A. Structural diversity of extrafloral nectaries in *Chamaecrista* sect. *Apoucouita*. **Botany**, v. 93, p. 379-388, 2015.

DAVIS, A. R.; PETERSON, R. L.; SHUEL, R. W. Vasculature and ultrastructure of the floral and stipular nectaries of *Vicia faba* (Leguminosae). **Canadian Journal of Botany**, v. 66, p. 1435-1448, 1988.

DELGADO, M. N.; SOMAVILLA, N. S.; BÁO, S. N.; ROSSATTO, D. R. Testing the optimal defense hypothesis in *Stryphnodendron adstringens* (Fabaceae, Mimosoideae) leaves: the role of structure, number, position and nectar composition of extrafloral nectaries. **Plant Species Biology**, v. 32, p. 333-339, 2017.

DURKEE, L. T. The ultrastructure of floral nectaries. In: Bentley, B. & Elias, T. S. (Eds.). **The biology of nectaries**, Columbia University Press, New York, pp. 1-29, 1983.

ESAU K. **Anatomy of seed plants**. 2nd edn. New York: John Wiley & Sons, 1960. 550p.

FAHN, A. **Secretory tissues in plants**. Academic Press, New York, 1979. 302 p.

FERNANDES, J. M. **Ingeae Benth. (Leguminosae, Mimosoideae) no estado de Minas Gerais, Brasil: Taxonomia, morfoanatomia de nectários extraflorais e padrões de distribuição geográfica**. 2011. 298f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2011.

FRANCESCHI, V. R.; NAKATA, P. A. Calcium oxalate in plants: Formation and function. **Annual Review of Plant Biology**, v. 56, p. 41-71, 2005.

FRANCINO, D. M. T.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; SILVA, K. L. F.; THADEO, M.; MEIRA, R. M. S. A.; AZEVEDO, A. A. Anatomia foliar e caulinar de *Chamaecrista trichopoda* (Caesalpinioideae) e histoquímica do nectário extrafloral. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 695-705, 2006.

FREY-WYSSLING, A. The phloem supply to the nectaries. **Acta Botanica Neerlandica**, v. 4, p. 358-369, 1995.

GONZALEZ, A. M.; MARAZZI, B. Extrafloral nectaries in Fabaceae: filling gaps in structural and anatomical diversity in the family. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 20, p. 1-20, 2018.

HEIL, M. Nightshade wound secretion: the world's simplest extrafloral nectar?. **Trends Plant Science**, v. 21, p. 637-638, 2016.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2004. **Mapa da vegetação brasileira**. 3ª edição. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Co. 1940, 523p.

LACKEY, J. A. Leaflet anatomy of Phaseoleae (Leguminosae: Papilionoideae) and its relation to taxonomy. **Botanical Gazette**, v. 139, p. 436-446, 1978.

LEITÃO, C. A. E.; MEIRA, R. M. S. A.; AZEVEDO, A. A.; ARAÚJO, J. M. Ontogenia dos nectários extraflorais de *Triumfetta semitriloba* (tiliaceae). **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 343-351, 2002.

LIMA, L. C. P.; GARCIA, F. C. P.; SARTORI, A. L. B. Leguminosae nas Florestas Estacionais do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil: ervas, arbustos, subarbustos, lianas e trepadeiras. **Rodriguésia**, v. 58, p. 331-358, 2007.

LPWG - THE LEGUME PHYLOGENY WORKING GROUP. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. **Taxon**, v. 66, n. 1, p. 44-77, 2017.

MACHADO, S. R.; MORELLATO, L. P. C.; SAJO, M. G.; OLIVEIRA, P. S. Morphological patterns of extrafloral nectaries in woody plant species of the Brazilian cerrado. **Plant Biology**, v. 10, p. 660-673, 2008.

- MEIRA, R. M. S. A. & MARTINS, F. M. Inclusão de material herborizado em metacrilato para estudos de anatomia vegetal. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 109-112, 2003.
- MELO, Y.; MACHADO, S. R.; ALVES, M. Anatomy of extrafloral nectaries in Fabaceae from dry-seasonal forest in Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 163, p. 87-98, 2010.
- METCALFE, C. R. & CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Second edition, Oxford. England: Clarendon Press. 1979.
- MORIM, M. P.; BARROSO, G. M. Leguminosae arbustivas e arbóreas da Floresta Atlântica do Parque Nacional do Itatiaia, sudeste do Brasil: subfamílias Caesalpinioideae e Mimosoideae. **Rodriguésia**, v. 58, p. 423-468, 2007.
- NEPI, M. Nectary structure and ultrastructure. In: NICOLSON, S. W.; NEPI, M.; PACINI, E. (Eds.). **Nectaries and nectar**. Springer-Verlag, Dordrecht, pp. 129-166, 2007.
- NEPI, M., GUARNIERI, M., & PACINI, E. Nectar secretion, reabsorption, and sugar composition in male and female flowers of *Cucurbita pepo*. **International Journal of Plant Sciences**, v. 162, p. 353-358, 2001.
- OJEDA, F. S. ; HOC, P. S.; GALATI, B. G.; GARCÍA, M. T. A. Ontogeny of the extrafloral nectaries of *Vigna adenantha* (Leguminosae, Phaseolae) and its relation with floral development. **Botanical Studies**, v. 45, p. 55-74, 2014.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. NeoTropTree, Flora arbórea da Região Neotropical: Um banco de dados envolvendo biogeografia, diversidade e conservação. Universidade Federal de Minas Gerais. 2017. <<http://www.neotropree.info>>.
- PAIVA, E. A. S.; MACHADO, S. R. Ontogênese, anatomia e ultra-estrutura dos nectários extraflorais de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (Fabaceae – Caesalpinioideae). **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, n. 2, p. 471-482, 2006.
- PAIVA, E. A. S.; MACHADO, S. R. Role of intermediary cells in *Peltodon radicans* (Lamiaceae) in the transfer of calcium and formation of calcium oxalate crystals. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, p. 147-153, 2005.
- PAIVA, J. G. A.; FANK-DE-CARVALHO, S. M.; MAGALHÃES, M. P.; GRACIANO-RIBEIRO, D. Verniz vitral incolor 500®: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, n. 2, p. 257-264. 2006.
- PASCAL, L.M.; MOTTE-FLORAC, E.F. & MCKEY, D.B. Secretory structures on the leaf rachis of Caesalpinieae and Mimosoideae (Leguminosae): implications for the evolution of Nectary Glands. **American Journal of Botany**, v. 87, n. 3, p. 327-338, 2000.

PENNINGTON, T. D. **The genus Inga: Botany**. Kew, Royal Botanic Gardens. 1997, 844p.

PIREDA, S.; MIGUEL, E. C.; XAVIER, V.; DA CUNHA, M. Morpho-anatomical and ultrastructural analysis of extrafloral nectaries in *Inga edulis* (Vell.) Mart. (Leguminosae). **Nordic Journal of Botany**, v. 36, p. 1-18, 2018.

RODRÍGUEZ-MORALES, D.; AGUIRRE, A.; COATES, R.; DÍAZ-CASTELAZO, C.; ANGELES, G. Structure and histology of extrafloral nectaries of tropical species in a Mexican Rain Forest. **Bioscience Journal**, v. 32, p. 730-739, 2016.

SILVA, M. L.; SOUZA, A. O.; ALONSO, A. A. A new species for the legume genus *Chamaecrista* (Fabaceae, Caesalpinioideae) supported by molecular, morphological, and anatomical data. **Plant Systematics and Evolution**, v. 305, p. 325–340, 2019.

SILVA, M. S.; COUTINHO, I. A. C.; ARAÚJO, M. N.; MEIRA, R. M. S. A. Morphoanatomy of nectaries of *Chamaecrista* (L.) Moench sections *Chamaecrista*, *Caliciopsis* and *Xerocalyx* (Leguminosae: Caesalpinioideae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 31, n. 3, p. 445-458, 2017.

VILHENA-POTIGUARA, R. C.; AGUIAR-DIAS, A. C. A.; KIKUCHI, T. Y. S.; SANTOS, A. C. F.; SILVA, R. J. F. Estruturas secretoras em Cipó-d'alho (*Mansoa standleyi* (Steyerm.) A. H. Gentry, Bignoniaceae): ocorrência e morfologia. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 3, p. 321-328, 2012.

WEBER, M. G.; PORTURAS, L. D.; KEELER, K.H. **World list of plants with extrafloral nectaries**. 2015. Disponível em: <<http://www.extrafloralnectaries.org>>. Acesso em: 13 Jun. 2018.

ZAPPI, D. C.; SASAKI, D.; MILLIKEN, W.; IVA, J.; HENICKA, G. S.; BIGGS, N.; FRISBY, S. Plantas vasculares da região do Parque Estadual Cristalino, Norte de Mato Grosso, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 41, p. 29-38, 2011.

CONCLUSÕES GERAIS

O estudo anatômico foliar possibilitou encontrar caracteres anatômicos exclusivos e comuns entre as espécies de *Inga* Mill que resulta na formação de um arranjo fenotípico de acordo com a similaridade anatômica entre as mesmas. Esse arranjo possui potencial de utilização para estudos taxonômicos e filogenéticos futuros, pois apresentou divergência quando relacionamos com as atuais seções de *Inga* Mill, o que nos levou a propor que esse estudo seja suficiente para levantar novas discussões com relação a atual organização das espécies nas seções do gênero.

Estudados os nectários extraflorais, as espécies apresentam caracteres que ainda não foram mencionados na literatura de estudos com nectários extraflorais como a forma de organização do tecido vascular dos nectários. Esse padrão de organização torna-se muito importante a ser observado, pois contribuem em estudos de ordem evolutiva ao discutir se os nectários de espécies mais primitivas ou derivadas apresentam menor ou maior vascularização. Sugerimos também estudos de caráter ultraestrutural para comprovações do mecanismo de exsudação das espécies estudadas, que diante das evidências anatômicas, possuem mecanismo de liberação de néctar pautado na ruptura epidérmica e cuticular.