

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS: QUÍMICA E BIOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO-TCC

CRISTIANE GAMA FERNANDES

**EVOLUÇÃO FLORAL DAS MALPIGHIACEAE: O QUE AS
GLÂNDULAS DO CÁLICE DE ESPÉCIES AFRICANAS E ASIÁTICAS
REVELAM?**

ITACOATIARA-AM

2022

CRISTIANE GAMA FERNANDES

**EVOLUÇÃO FLORAL DAS MALPIGHIACEAE: O QUE AS
GLÂNDULAS DO CÁLICE DE ESPÉCIES AFRICANAS E ASIÁTICAS
REVELAM?**

O presente trabalho de conclusão de curso segue as normas da Revista Ciência e
Natura.

Trabalho apresentado para avaliação na
disciplina de Trabalho de conclusão de
curso, do curso de Licenciatura em
Ciências: Química e Biologia, da
Universidade Federal do Amazonas

Orientador: Prof^a Isabel Reis Guesdon

ITACOATIARA-AM

2022

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F363e Fernandes, Cristiane Gama
Evolução floral das Malpighiaceae: o que as glândulas do cálice de espécies Africanas e Asiáticas revelam? / Cristiane Gama Fernandes . 2022
21 f.: il.; 31 cm.

Orientadora: Isabel Reis Guesdon
TCC de Graduação (Licenciatura Plena em Ciências - Química e Biologia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Estruturas secretoras. 2. Morfoanatomia. 3. Nectários. 4. Sépalas . I. Guesdon, Isabel Reis. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

TERMO DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “**EVOLUÇÃO FLORAL DAS MALPIGHIACEAE: O QUE AS GLÂNDULAS DO CÁLICE DE ESPÉCIES AFRICANAS E ASIÁTICAS REVELAM?**” elaborado pelo(a) discente **CRISTIANE GAMA FERNANDES**, foi julgado adequado por todos os membros da Banca Examinadora para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências: Química e Biologia e aprovado, em sua forma final, pelo Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia.

Itacoatiara (AM), 04 de maio de 2022.

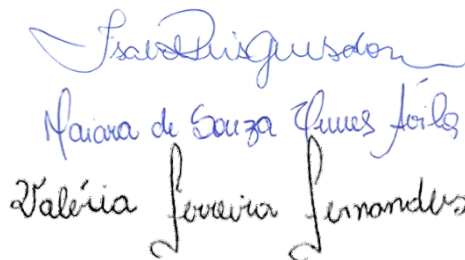


Prof.ª Dra. Isabel Reis Guesdon

Orientadora

Apresentado à Banca Examinadora integrada pelos seguintes professores:

Presidente: Profa. Dra. Isabel Reis Guesdon
Profa. Dra. Mariara de Souza Nune Ávila
Profa. Dra. Valéria Ferreira Fernandes



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 METODOLOGIA	9
2.1 Coleta do material botânico.....	9
2.2 Análises morfológicas e anatômicas.....	10
2.2.1 Morfoanatomia.....	10
2.3 Documentação fotográfica	11
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
3.1 Morfoanatomia do Gênero <i>Hiptage</i>	11
3.2 Morfoanatomia do Gênero <i>Tristellateia</i>	14
3.3 Morfofuncionalidade das glândulas calicinais: contribuições evolutivas	16
4.CONCLUSÃO	18
5.REFERÊNCIAS.....	19

Floral Evolution of Malpighiaceae: What do the calyx glands of African and Asian species reveal?

Evolução Floral das Malpighiaceae: O que as glândulas do cálice de espécies Africanas e Asiáticas revelam?

Cristiane Gama Fernandes ^I  Isabel Reis Guesdon ^{I I} 

^IInstituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Itacoatiara, AM, Brasil

^{II} Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil

RESUMO

Malpighiaceae é uma família pantropical. Nas espécies neotropicais, glândulas calicinais em pares secretam óleo (elaióforos), ofertado às abelhas, enquanto as espécies paleotropicais possuem glândulas nectaríferas. Para compreender a evolução floral nesta família, o presente trabalho visa registrar dados inéditos das glândulas do cálice em espécies paleotropicais de *Hiptage* Gaertn. e *Tristellateia* Thouars. As amostras foram obtidas em herbário e após reversão de herborização, o padrão de distribuição das glândulas foi observado e esquematizado em desenhos. As amostras foram incluídas em historesina, seccionadas, e o laminário montado de acordo com metodologia usual. Os resultados em *Hiptage* mostraram glândulas desenvolvidas com formato de alongado à circular, já em *Tristellateia* estas são pequenas e globosas. O padrão de distribuição em *Hiptage* varia de uma a três glândulas localizadas na região interseparar, enquanto em *Tristellateia* de uma, duas a dez glândulas na margem das sépalas. A anatomia revelou composição típica, com epiderme secretora em paliçada e parênquima secretor vascularizado. As variações intragenéricas registradas, em contraste ao estereótipo bem conservado observado nos elaióforos das espécies neotropicais, corroboram com a atuação da pressão seletiva das abelhas coletoras na manutenção da morfologia neotropical. Logo, com alteração da síndrome de polinização as glândulas do cálice revelam variações e provavelmente funcionam como nectários.

Palavras-chave: Estruturas secretoras; Morfoanatomia; Nectários

ABSTRACT

Malpighiaceae is a pantropical family in neotropical species, calyceal glands in pairs secrete oil (elaiophores), offered to bees, while paleotropical species have nectariferous glands. To understand the floral evolution in this family, the present work aims to record unpublished data on calyx glands in paleotropical species of *Hiptage* Gaertn. and *Tristellateia* Thouars. The samples were obtained from a herbarium and after reversal of herborization, the distribution pattern of the glands was observed and outlined in drawings. The samples were embedded in historesin, sectioned, and the slide mounted according to the usual methodology. The results in *Hiptage* showed glands developed with an elongated to circular shape, whereas in *Tristellateia* these are small and globular. The distribution pattern in *Hiptage* varies from one to three glands located in the interseparar region, while in *Tristellateia* from one, two to ten glands on the margin of the sepals. Anatomy revealed typical composition, with palisaded secretory epidermis and vascularized secretory parenchyma. The intrageneric variations recorded, in contrast to



the well-preserved stereotype observed in the elaiophores of neotropical species, corroborate the role of selective pressure of collector bees in the maintenance of neotropical morphology. Therefore, with changes in the pollination syndrome, the calyx glands reveal variations and probably function as nectaries.

Keywords: Secretory structures; Morphoanatomy; Nectaries

1 INTRODUÇÃO

Malpighiaceae é uma família composta de diversas lianas e arbustos tropicais e subtropicais, distribuídas no Neo e Paleotrópico (ANDERSON, 1990; DAVIS; ANDERSON, 2010; DE ALMEIDA; FRANCENER, 2016). Em geral, as espécies dessa família possuem folhas simples, opostas estipuladas, eglandulares ou glanduladas no limbo e/ou pecíolo (ANDERSON, 1990; VOGEL, 1990). O Neotrópico concentra uma grande diversidade de espécies, exibindo morfologia floral bem conservada, com simetria bilateral e pares de glândulas calicinais nas cinco ou quatro sépalas, 10 estames, 3-carpeladas com um óvulo por lóculo (ANDERSON, 2004).

Os registros fósseis e dados paleo e filogeográficos indicam a América do Sul como centro de origem da família, bem como sugerem diversos eventos de dispersão do Neo para o Paleotrópico (DAVIS et al., 2002, 2014; DAVIS; ANDERSON, 2010). Neste contexto, a glândula calicinal é apontada como um caráter apomórfico em Malpighiaceae.

No cálice das espécies neotropicais, os elaióforos são responsáveis pela produção de óleo fixo como principal recompensa às abelhas coletoras de óleo (LOBREAU-CALLEN, 1989; VOGEL, 1990; ANDERSON, 1979, 1990; SIMPSON; NEFF, 1981). Porém, uma vez que as abelhas coletoras de óleo estão ausentes no Paleotrópico, grande parte das espécies paleotropicais não sofreu pressão em reter o caráter, perdendo as glândulas calicinais (ANDERSON 1979; VOGEL, 1990). Portanto, a morfologia floral nas espécies neotropicais teria sido ativamente mantida, como resultado da pressão seletiva exercida pelos polinizadores (DAVIS et al., 2014).

Alguns gêneros paleotropicals, excepcionalmente mantiveram as glândulas do cálice, como as espécies de *Acridocarpus* Guill. & Perr., *Hiptage* Gaertn. e *Tristellateia* Thouars. Nestas espécies as glândulas calicinais atuam como nectários, atraindo agentes de proteção como formigas (HEIL et al., 2004; Guesdon et al., 2019), e o pólen seria o principal recurso floral ao polinizador (ANDERSON, 1979; LOBREAU-CALLEN, 1989; VOGEL, 1990; REN et al., 2013).

A similaridade anatômica dos nectários e elaióforos vem sendo registrada pela literatura (CASTRO et al., 2001; ARAÚJO; MEIRA, 2016), comprovando a homologia entre tais estruturas como resultado da expressão dos mesmos genes em diferentes órgãos. Da mesma maneira, a secreção revela similaridades e os mesmos componentes podem ser secretados pelos nectários e elaióforos, modificando apenas os componentes majoritários (CASTRO et al., 2001; ARAÚJO; MEIRA, 2016; POSSOBOM et al., 2010; 2015). Dessa forma, os nectários das espécies paleotropicals podem se tratar apenas de uma modificação da secreção, diante da mudança da síndrome de polinização.

Tristellateia e *Hiptage* perderam o mutualismo com as abelhas coletoras de óleo, passando a produzir nas glândulas do cálice floral, néctar e não óleo. Obviamente, tal mudança vem acompanhada de outras modificações na morfologia floral relacionadas a uma nova síndrome de polinização, como a simetria e deiscência das anteras (ZANG et al., 2012).

Hiptage é um dos maiores gêneros paleotropicals da família Malpighiaceae com cerca de 30 espécies de lianas ou arbustos distribuídos em florestas tropicais no sul da Ásia, especialmente na China, Índia, Tailândia, Indonésia e Filipinas (CHEN; FUNSTON, 2008; REN et al., 2013). As espécies exibem uma glândula desenvolvida no cálice, em geral decorrente, podendo apresentar dois lobos na base; raramente ocorrem uma a cinco pequenas glândulas orbiculares (ANDERSON et al., 2006; SRIVASTAVA, 1992).

Em *Tristellateia*, Arènes (1950) reconheceu aproximadamente 22 espécies de arbustos ou lianas, que se distribuem principalmente em Madagascar, assim como ocorrem na África, da Malásia à Austrália e na China (CHEN; FUNSTON, 2008; ARÈNES,

1950). A maioria das espécies possui glândulas rudimentares no cálice, de uma a cinco glândulas e raramente dez glândulas (ARÈNES, 1950).

Apesar das descrições taxonômicas mencionarem a ocorrência de glândulas florais no cálice das espécies paleotropicals (ANDERSON, 1990; VOGEL, 1990; Guesdon et al., 2019), essas são ainda pouco compreendidas. Chen e Funston (2008) enfatizam a importância de caracteres como a distribuição e forma das glândulas do cálice na distinção de espécies paleotropicals. Dessa forma, o presente trabalho pode contribuir com informações de valor taxonômico bem como pode auxiliar na compreensão da evolução floral entre grupos neo e paleotropicals. Os objetivos do presente trabalho foram descrever a morfoanatomia das glândulas do cálice em *Hiptage* e *Tristellateia*, registrando os diferentes padrões de distribuição e caracterizando sua anatomia.

2 METODOLOGIA

2.1 Coleta do material botânico

Amostras de flores herborizadas das espécies de *Hiptage* Gaertn. e *Tristellateia* Thouars foram coletadas na coleção do "Muséum National d'Histoire Naturelle", Paris, França e submetidas ao processo de reversão de herborização (SMITH & SMITH, 1942). Após desidratação foram estocadas em álcool 70%. Entre uma coleção de 24 espécies, *Hiptage benghalensis* ((L.) Kurz, *H. obtusifolia* (Roxb.) DC., *H. microcarpa* Pierre, *Tristellateia bernierana* A.Juss., *T. bojerana* A.Juss. e *T. madagascariensis* Poir. (Figura 1) foram selecionadas de acordo com o número de glândulas, sua diversidade morfológica e padrão de distribuição no cálice.

Figura 1- Exsicatas. (A) *Hiptage benghalensis*. (B) *Hiptage obtusifolia*. (C) *Hiptage microcarpa*. (D) *Tristellateia bernierana*. (E) *Tristellateia bojerana*. (F) *Tristellateia madagascariensis*.



Fonte: Herbario do Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

2.2 Análises morfológicas e anatômicas

O estudo morfológico e anatômico foi realizado no Laboratório de Botânica do ICET.

2.2.1 Morfoanatomia

As flores foram observadas em estereomicroscópio (Leica®), a fim de descrever a morfologia das flores e suas estruturas glandulares. Os tipos de distribuição das

glândulas no cálice das flores foram sumarizadas em desenhos esquemáticos. O site do herbário (<https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/p/item/search>) foi consultado para observação das imagens de alta resolução das exsicatas (Fig.1).

Os botões e flores foram incluídos em Historesina (Leica®, Heidelberg, Germany), seguindo os parâmetros do fabricante. O material incluído foi seccionado transversalmente e longitudinalmente em micrótomo rotativo manual (Spencer American Optical®). Após coloração em azul de toluidina pH 4.7 (O'BRIEN et al., 1964) as lâminas permanentes foram montadas em Permount® (Fisher Scientific, NJ, USA) e observados em microscópio óptico.

2.3 Documentação fotográfica

A documentação fotográfica dos dados anatômicos foi realizada em microscópio de luz (Leica®) com câmera digital acoplada (Nikon A100).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Morfoanatomia do Gênero *Hiptage*

Neste trabalho, foram descritos 3 padrões de distribuição das glândulas no cálice das espécies estudadas de *Hiptage* (Fig.2. A, B, C). Em *Hiptage benghalensis* foi observado uma grande glândula calicinal, oval, decurrente até o ápice do pedicelo floral, possuindo cerca de 3,5mm comprimento x 2mm largura (Fig.2.D). Apesar do estudo das glândulas calicinais em *H. benghalensis* publicado por REN et al. (2013) registrar a localização da glândula entre as duas sépalas posteriores, poucas informações são descritas sobre sua morfologia. Já *Hiptage obtusifolia* possui apenas uma glândula ovoide, decurrente no cálice, com sinais de fusão, com 1,4mm de comprimento x 1mm de largura (Fig.2.E). Já *Hiptage microcarpa* possui três glândulas, uma delas é grande e oblonga, decurrente no cálice, e as outras duas são pequenas e pedunculadas, localizadas na região distal de duas sépalas (Fig.2.F). A maior glândula possui 2mm de

comprimento x 1mm de largura, enquanto as menores medem cerca de 0,6 de diâmetro (Fig. 2. A, B, C, D, E, F)

Apesar das glândulas decurrentes também serem encontradas no cálice de espécies do gênero neotropical *Lophanthera* (ANDERSON,1983), os padrões de distribuição parecem ser exclusivos de *Hiptage*, diferindo do padrão de cinco pares de glândulas nas espécies neotropicais (VOGEL,1990). Em comparação aos padrões de distribuição das glândulas no cálice, *Hiptage* não possui muitas variações, ao contrário do observado em *Acridocarpus*, com dez diferentes padrões (GUESDON et. al., 2019).

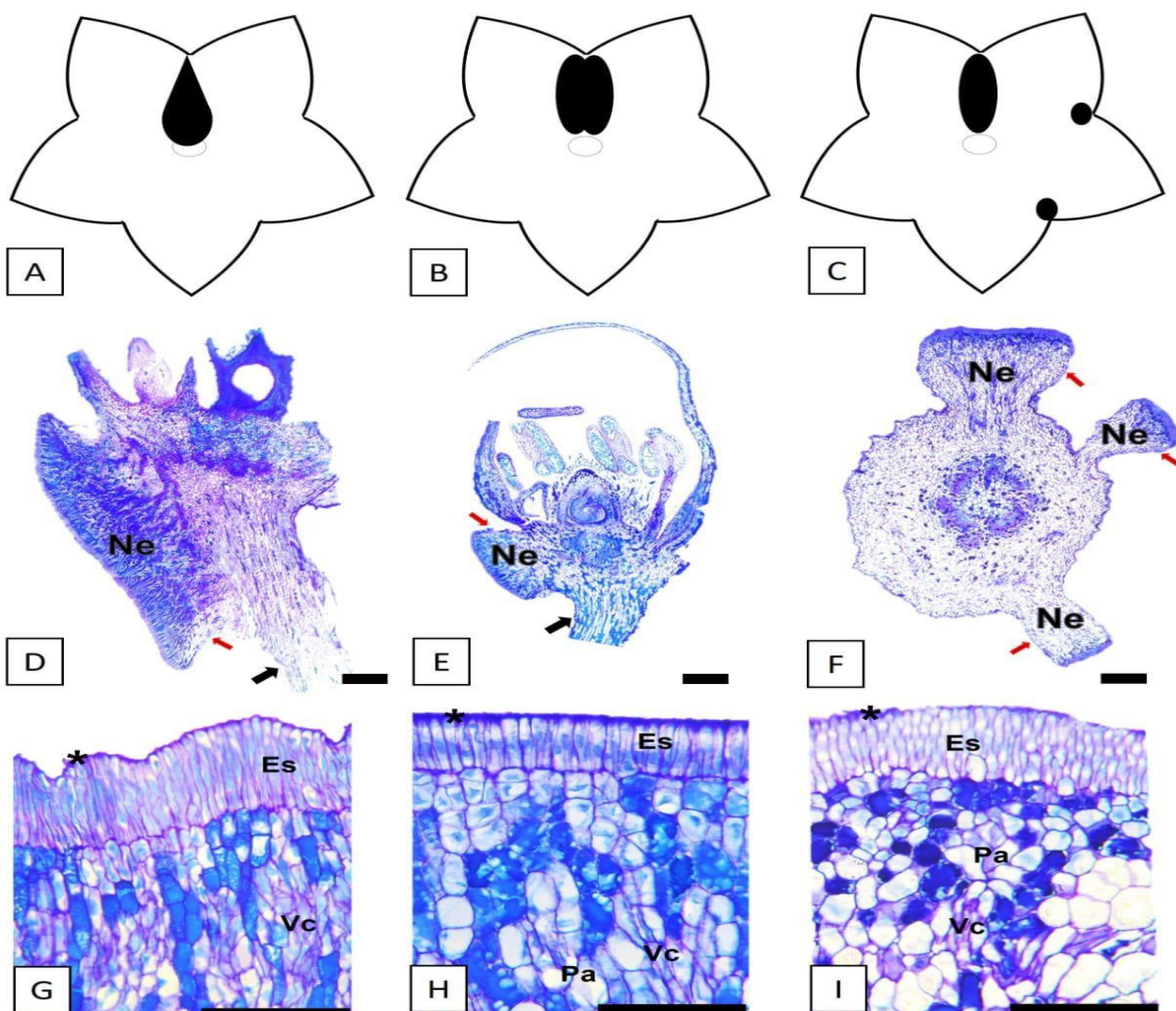
Todas as glândulas em *Hiptage* apresentaram posição intersepalar (Fig.2. A, B, C). De acordo com Vogel (1990) a maioria das espécies de *Hiptage* apresenta uma glândula grande intersepalar, sendo uma provável fusão de duas glândulas vizinhas. Em contraste, a glândula do cálice na maioria das espécies de *Acridocarpus*, está posicionada na margem das sépalas (GUESDON et al., 2019).

Em relação ao padrão anatômico das glândulas calicinais, todas as espécies de *Hiptage* apresentam uma epiderme secretora em paliçada unisseriada e parênquima secretor vascularizado (Fig.2.G, H, I). Apenas em *Hiptage benghalensis* ocorre uma epiderme levemente invaginada (Fig.2.G). Subramanian et al., (1990) descreve um padrão peculiar da epiderme secretora em paliçada da espécie paleotropical *Hiptage sericea*, com invaginações profundas além das camadas subjacentes de parênquima secretor e cutícula muito espessa, muito similar ao padrão encontrado nas espécies do gênero neotropical *Banisteriopsis* (ARAÚJO; MEIRA, 2016). Os autores afirmam que seriam glândulas produtoras de óleo (SUBRAMANIAN et al.,1990), apesar da tendência evolutiva indicar a transformação da secreção para néctar no Paleotrópico. Neste sentido, o padrão observado nas espécies estudadas de *Hiptage* são mais similares ao observado em *Acridocarpus*, apresentando uma epiderme sem grandes irregularidades.

Nas anteras de *H. obtusifolia* foi observado a presença de células com projeções papilosas, muito similares a osmóforos. Arevalo-Rodrigues et al., (2020) identificaram estas células em duas porções das anteras de espécies neotropicais de Malpighiaceae,

na superfície abaxial das anteras de *Byrsonima spicata* e no conectivo de *Camarea affinis*, *C. humifusa* e *Cottsia gracilis*. POSSOBOM et al., (2015) concluiu que as secreções das glândulas do androceu de *Diplopterys pubipetala* funcionam como atrativos para os polinizadores, as abelhas coletoras de óleo. Nas espécies paleotropicais, a síndrome polinização é alterada, onde a principal recompensa é o pólen (LOBREAU-CALLEN, 1989). Dessa forma, as glândulas do cálice nas espécies paleotropicais estariam ligadas a atração de insetos protetores e as glândulas das anteras à atração do polinizador, abelhas coletoras de pólen.

Figura 2- (A, D, G) *Hiptage benghalensis*. (B, E, H) *Hiptage obtusifolia*. (C, F, I) *Hiptage microcarpa*. (A, B, C) Esquemas de disposição das glândulas no cálice de *Hiptage benghalensis*, *Hiptage obtusifolia* e *Hiptage microcarpa* respectivamente. (D) Corte longitudinal do cálice evidenciando uma grande glândula decorrente ao ápice do pedicelo de *H. benghalensis*. (E) Botão floral de *H. obtusifolia* evidenciando a glândula inserida no cálice. (F) Corte transversal do cálice *H. microcarpa* evidenciando três glândulas, sendo a maior séssil e as duas menores pedunculadas. (G) Detalhe da epiderme secretora envaginada em paliçada. (H) Detalhe da epiderme secretora em paliçada. (I) Detalhe mostrando epiderme secretora



em paliçada, parênquima secretor vascularizado.

Fonte: Acervo particular das autoras (2022)

Legenda: Pa: parênquima. Es: Epiderme secretora. Vc: vascularização. Ne: nectário do cálice. Pedicelo da flor (Setas pretas). Pedúnculo da glândula (Setas vermelhas). Cutícula (*). **Barras de escala:** 50 µm (G, H, I); 200 µm (D, E, F).

3.2 Morfoanatomia do Gênero *Tristellateia*

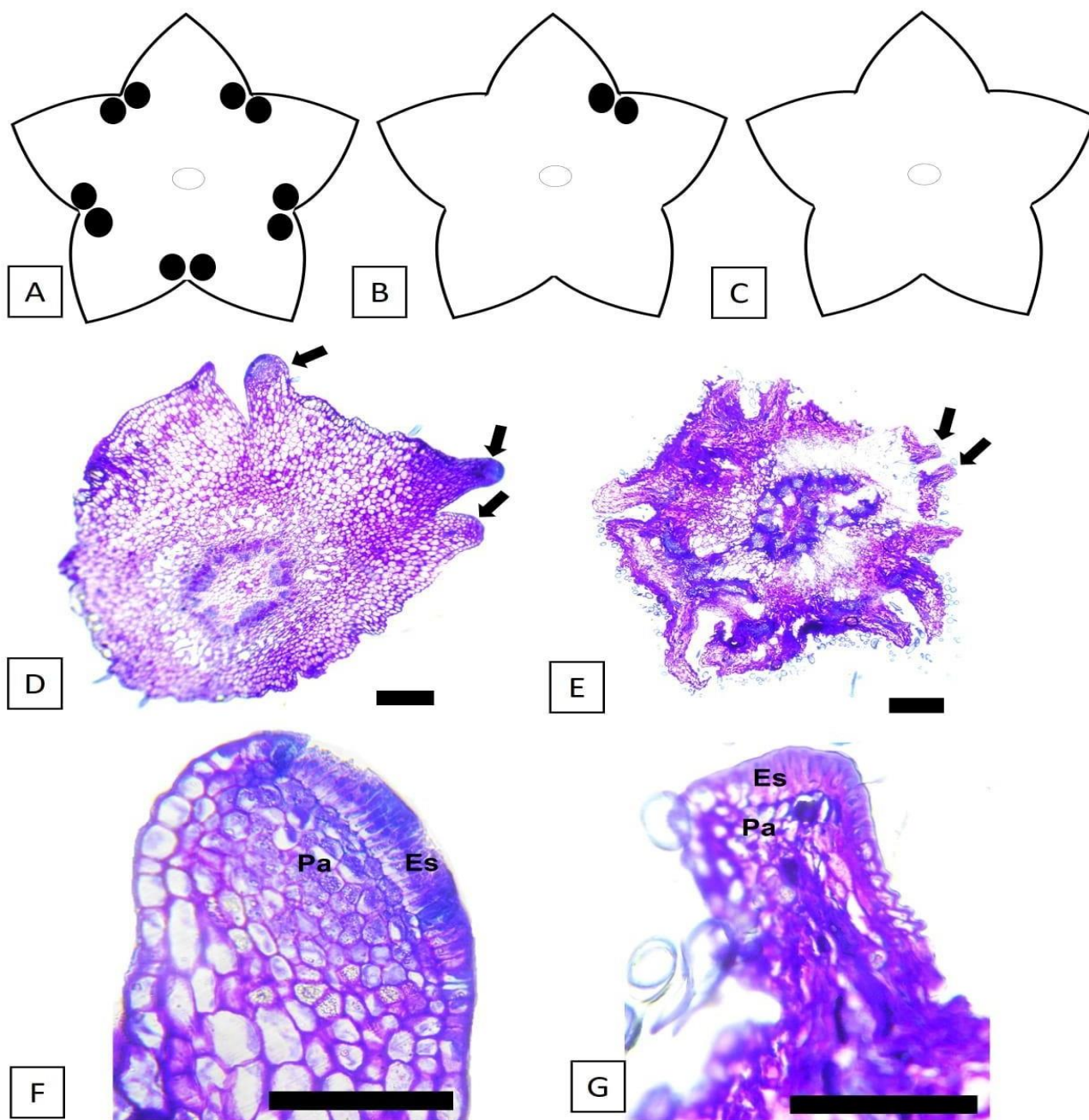
Nas espécies de *Tristellateia* analisadas foram descritos 3 padrões de distribuição das glândulas no cálice (Fig.3.A, B, C). *Tristellateia bernierana* possui dez glândulas pequenas e globosas, distribuídas aos pares na margem das sépalas (Fig.3.A). Duas glândulas de mesmo aspecto e tamanho foram observadas em *Tristellateia bojerana*, porém uma na margem da sépala posterior e outra na margem ao lado posterior da sépala lateral (Fig.3.B). Já em *Tristellateia madagascariensis* não foi encontrado nenhuma glândula calicinal (Fig.3.C). As glândulas calicinais encontradas nas espécies de *Tristellateia* medem aproximadamente 1mm de diâmetro e não são decurrentes. Arènes (1950) classificou em três agrupamentos as espécies de *Tristellateia* de acordo com a quantidade de glândulas calicinais. Sendo espécies com ausência de glândulas, espécies que variam de 0 a 10 glândulas e 1 a 10 glândulas. Em *Acridocarpus* houve uma grande variação no padrão de distribuição das glândulas e no número, porém a maioria apresentavam posição marginal, raramente intersepalas (GUESDON et al., 2019). Variações nos padrões de distribuição também foram relatadas no gênero neotropical *Galphimia* de Malpighiaceae (ANDERSON, 2007).

Nas espécies de *Tristellateia* aqui estudadas não foram observadas a fusão das glândulas calicinais, sendo bem distintas nas margens das sépalas (Fig.3. D, E), enquanto nas espécies de *Hiptage* as glândulas provavelmente fusionadas ocupam a região intersepalas (Fig.2. A, B, C). Em relação ao padrão neotropical, com 10 glândulas em pares no cálice, a redução ou fusão de glândulas pode estar estreitamente relacionada aos consumidores da secreção (VOGEL, 1990).

A anatomia das glândulas de *Tristellateia bernierana* e *T. bojerana* (Fig.3. F, G) assim como registrado nas espécies de *Hiptage* (Fig.2. G, H, I), é composta por epiderme secretora em paliçada unisseriada e um parênquima secretor vascularizado. Tal

estrutura anatômica também foi registrada nas glândulas calicinais em *Acridocarpus* (GUESDON et al., 2019).

Figura 3- (A, D, F) *Tristellateia bernierana*. (B, E, G) *Tristellateia bojerana*. (A, B, C) Esquemas de disposição das glândulas no cálice de *Tristellateia bernierana*, *Tristellateia bojerana* e *Tristellateia madagascariensis* respectivamente. (D) Corte longitudinal do cálice evidenciando glândulas calicinais de *Tristellateia bernierana*. (E) Corte transversal do cálice de *Tristellateia bojerana* evidenciando duas pequenas glândulas. (F) Detalhe da epiderme secretora em paliçada. (G) Detalhe da epiderme secretora em paliçada e parênquima.



Fonte: Acervo particular das autoras (2022)

Legenda: Pa: parênquima. Es: Epiderme secretora. Es: Nectários (Setas pretas). (*). **Barras de escala:** 50 µm (F, G); 200 µm (D, E).

3.3 Morfofuncionalidade das glândulas calicinais: contribuições evolutivas

Ao contrário das espécies neotropicais que apresentam uma morfologia floral altamente conservada, em geral com 5 pares de glândulas calicinais secretoras (LOBREAU-CALLEN, 1989; VOGEL, 1990; ANDERSON, 1979, 1990; SIMPSON; NEFF, 1981), as espécies paleotropicais revelam grande variação nos padrões de distribuição das glândulas calicinais, como registrado em *Acridocarpus* (GUESDON et al., 2019).

Embora as glândulas aqui estudadas tenham similaridades anatômicas com os elaióforos de *Byrsonima intermedia*, *Diplopterys pubipetala*, *Peixotoa reticulata* e *Banisteriopsis variabilis* do Neotropico (POSSOBOM; MACHADO 2017), Vogel (1990) reconhece as glândulas calicinais nos gêneros paleotropicais, incluindo *Tristellateia* e *Hiptage*, como nectários. Anderson (2007) ainda adiciona que variações no padrão de distribuição, como observadas neste trabalho, é uma característica esperada em nectários.

Logo, os variados padrões registrados neste trabalho, corrobora a ideia de transformação da secreção destas glândulas de óleo para néctar, ao longo das dispersões do Neo para o Paleotrópico. Davis et al., (2014) sugere uma manutenção ativa da morfologia floral neotropical pela pressão das abelhas coletoras de óleo. Assim sendo, diante de nossos resultados, fica claro que na ausência desta pressão, as glândulas do cálice assumem alta variabilidade de padrões.

O mutualismo das espécies Neotropicais de Malpighiaceae com abelhas coletoras de óleo se caracteriza pela morfologia floral típica e oferta de óleo ao polinizador, e nas espécies Paleotropicais sua secreção é ofertada a outros tipos de consumidores, funcionando como nectários (VOGEL, 1990). Apesar de não ser possível obter dados químicos/histoquímicos neste trabalho, é importante ressaltar que estudos em *Hiptage benghalensis* (REN et al., 2013) e *Acridocarpus longifolius* (GUESDON et al., 2019) comprovam a atividade nectarífera. A secreção produzida para formigas e vespas, que desempenham função anti-herbivoria na inflorescência (REN et al., 2013).

Por acumular similaridades com outros gêneros paleotropicals, sugerimos que a mesma função protetora é exercida pelas glândulas calicinais nos gêneros *Tristellateia* e *Hiptage*.

Tabela 1. Características das glândulas calicinais nas espécies de *Hiptage* e *Tristellateia* do Muse'um National d' Histoire Naturelle.

Espécies	N° herbário	Número	Glândulas do cálice		Localidade
			Forma	Posição na sépala	
<i>Hiptage benghalensis</i>	P-04868859	1	Oval	Intercepar e decurrente	Madagascar (África)
<i>Hiptage obtusifolia</i>	P-05473976	1	Ovoide	Intercepar e decurrente	Vietnã (Ásia)
<i>Hiptage microcarpa</i>	P-04783664	3	Oblonga/ circulares	Intercepar e decurrente	Camboja (Ásia)
<i>Tristellateia bernierana</i>	P-04870920	10 decurrente	Globosa	Marginal e não	Madagascar (África)
<i>Tristellateia bojerana</i>	P-00527361	2 decurrente	Globosa	Marginal e não	Camarões (África)
<i>Tristellateia madagascariensis</i>	P-06490442	0	-----	-----	Madagascar (África)

Fonte: autoras,2022

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies aqui estudadas são bastante distintas nos dois gêneros em relação ao tamanho de suas glândulas, forma, posição, número e padrão de distribuição. Tais dados são inéditos, sendo um importante registro de dados morfoanatômicos nos gêneros. A similaridade morfoanatômica das glândulas de *Hiptage* e *Tristellateia* com

gêneros paleotropicals corrobora a ideia de transformação da secreção de óleo para néctar na dispersão do Neo para o Paleotrópico. Com isto, os resultados aqui obtidos reúnem importantes dados da flora da África e Ásia. Diante da escassez de dados morfoanatômicos das espécies paleotropicals de Malpighiaceae, o estudo contribui para o entendimento da evolução floral e sua relação com animais, fazendo ponte para trabalhos futuros nesta família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me sustentado até aqui, à minha família e amigos que colaboraram direta e indiretamente com este momento. Em especial a minha orientadora Isabel Reis pela oportunidade, que junto a FAPEAM me proporcionaram a bolsa do PIBIC para a realização do projeto ao qual gerou este trabalho e principalmente ao herbário do Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris por me conceder as amostras das flores.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, C. Revision of *Galphimia* (Malpighiaceae). **Contribution from University Michigan Herbarium**, v. 25, p.1–82, 2007.

ANDERSON, W.R. *Lophanthera*, a genus of Malpighiaceae new to Central America. **Brittonia**, v. 35, n. 1, p. 37-41, 1983.

ANDERSON, W.R. Floral conservation in Neotropical Malpighiaceae. **Biotropica**, v.11, p.219–223, 1979.

ANDERSON, W.R. **Malpighiaceae** (*Malpighia* family). In N. Smith, S. A. Mori, A. Henderson, D. W. Stevenson, and S. V. Heald [eds.], Flowering plants of the neotropics, 229 – 232. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA, in association with The New York Botanical Garden, Bronx, New York, USA, 2004.

ANDERSON, W.R.; ANDERSON, C.; DAVIS, C.C. Malpighiaceae. University of Michigan, Ann Arbor. <http://herbarium.lsa.umich.edu/malpigh/index.html> acesso em 10 mai. 2019.

ANDERSON, WR. The origin of the Malpighiaceae: The evidence from morphology. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v.64, p. 210–224, 1990.

ARAÚJO, J.S.; MEIRA, R.M.S.A. Comparative anatomy of calyx and foliar glands of *Banisteriopsis* C. B. Rob. (Malpighiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 30, p. 112–123, 2016.

AREVALO-RODRIGUES, G.; DE ALMEIDA, R.F.; CARDOSO-GUSTAVSON, P. Anatomy of staminal glands in the *Stigmaphylloid* clade sheds light into new morphotypes of elaiophores and osmophores in Malpighiaceae. **Plant Systematics and Evolution**, v. 306, n. 3, p. 1-9, 2020.

ARÈNES, J. Monographie Du Genre *Tristellateia*. In: **Mémoires Du Muséum National D' Histoire Naturelle**. Paris: Éditions do Muséum, 1950. P 275-330.

CASTRO, M.A; VEGA, A.S.; MULGURA, M.E. Structure and ultrastructure of leaf and calyx glands in *Galphimia brasiliensis* (Malpighiaceae). **American Journal of Botany**, v.88, p.1935–1944, 2001.

CHEN, S.K.; FUNSTON, A.M. **Flora of China**, *Hiptage* Gaertner, Flora of China, v. 11, p. 135–138, 2008.

DAVIS, C.C.; ANDERSON, W.R. A complete generic phylogeny of Malpighiaceae inferred from nucleotide sequence data and morphology. **American Journal of Botany**, v. 97, p.031–2048, 2010.

DAVIS, C.C.; BELL, C.D.; MATHEWS, S.; DONOGHUE, M.J. Laurasian migration explains Gondwanan disjunctions: evidence from Malpighiaceae. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, p.6833–6837, 2002.

DAVIS, C.C.; SCHAEFER, H.; Xi, Z.; BAUM, D.A.; DONOGHUE, M.J.; HARMON L.J. Long-term morphological stasis maintained by a plant–pollinator mutualism. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.111, p.5914–5919, 2014.

DE ALMEIDA, R.F.; FRANCENER, A.; AMORIM, A.M. A generic synopsis of Malpighiaceae in the Atlantic Forest. **Nordic Journal of Botany**, v. 34, n. 3, p. 285-301, 2016.

GUESDON, I.R.; AMORIM, A.M.; MEIRA, R.M.S.A. Functional role and evolutionary contributions of floral gland morphoanatomy in the Paleotropical genus *Acridocarpus* (Malpighiaceae). **PLoS One**, v. 14, n. 9, p. e0222561, 2019.

HEIL, M.; HILPERT, A.; KRUGER, R.; LINSÉNMAIR, E. Competition among visitors to extrafloral nectaries as a source of ecological costs of an indirect defence. **Journal of Tropical Ecology**, v. 20, p.201–208, 2004.

LOBREAU-CALLEN, D. Les Malpighiaceae et leurs pollinisateurs. Coadaptation ou coevolution. Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Adansonia v. 1 p.79–94, 1989.

O'BRIEN, T.P.; FEDE, N.; MCCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma**, v.59, p. 368–373, 1964.

POSSOBOM, C.C.F.; GUIMARÃES, E.; MACHADO, S.R. Leaf glands act as nectaries in *Diplopterys pubipetala* (Malpighiaceae). **Plant Biology**, v.12, p.863–870, 2010.

POSSOBOM, C.C.F.; GUIMARÃES, E.; MACHADO, S.R. Structure and secretion mechanisms of floral glands in *Diplopterys pubipetala* (Malpighiaceae) and a neotropical species. **Flora**, v.211, p.36–39, 2015.

REN, M.X., ZHONG, Y.F.; SONG, X.-Q. Mirror-image flowers without buzz pollination in the Asia-endemic *Hiptage benghalensis* (Malpighiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 173, p.764 –774, 2013.

SIMPSON, B.B; NEFF, J.L. Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.68, p.301–322, 1981.

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

SRIVASTAVA, R.C. Taxonomic revision of the genus *Hiptage Gaertner* (Malpighiaceae) in India. **Candollea**, v.47, p. 601–612, 1992.

SUBRAMANIAN, R. B.; ARUMUGASAMY, K.; INAMDAR, J. A. Studies in the secretory glands of *Hiptage sericea* (Malpighiaceae). **Nordic journal of botany**, v. 10, n. 1, p. 57-62, 1990.

VOGEL, S. History of the Malpighiaceae in the light of Polination Ecology. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v.55, p.130–142, 1990.

ZHANG, W., KRAMER, E. M.; DAVIS, C. C. Similar Genetic Mechanisms Underlie the Parallel Evolution of Floral Phenotypes. **PLoS ONE**, v.7, p.36033, 2012.