



**MISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**  
**MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



**FABÍOLA FERNANDES CASTRO FRÓES**

**ESTUDOS ANATÔMICOS DO EIXO VEGETATIVO AÉREO EM TRÊS  
ESPÉCIES DA TRIBO BIGNONIEAE COM êNFASE NAS ESTRUTURAS  
SECRETORAS: À PROCURA DE PADRÕES EVOLUTIVOS EM TRICOMAS  
GLANDULARES**

**BELÉM**

**2013**



**MISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



**FABÍOLA FERNANDES CASTRO FRÓES**

**ESTUDOS ANATÔMICOS DO EIXO VEGETATIVO AÉREO EM TRÊS  
ESPÉCIES DA TRIBO BIGNONIEAE COM ÊNFASE NAS ESTRUTURAS  
SECRETORAS: À PROCURA DE PADRÕES EVOLUTIVOS EM TRICOMAS  
GLANDULARES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas: área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Ana Cristina Andrade de Aguiar Dias

Coorientador: Dr. Diego Demarco

**BELÉM**

**2013**



**FABÍOLA FERNANDES CASTRO FRÓES**

**ESTUDOS ANATÔMICOS DO EIXO VEGETATIVO AÉREO EM TRÊS  
ESPÉCIES DA TRIBO BIGNONIEAE COM ÊNFASE NAS ESTRUTURAS  
SECRETORES: À PROCURA DE PADRÕES EVOLUTIVOS EM TRICOMAS  
GLANDULARES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas: área de concentração Botânica Tropical, para obtenção ao título de Mestre.

Aprovada em

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dra. Ana Cristina Andrade de Aguiar Dias - Orientadora  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

---

Profª.Dra. Michaele Alvim Milward de Azevedo – 1º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

---

Prof. Dr. João Ubiratã Moreira dos Santos – 2º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

---

D. Sc. Alba Lúcia Ferreira de Almeida Lins – 3º Examinador  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

---

Profa. Dra. Maria Auxiliadora Feio Gomes - Suplente  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

## Dedico

*Aos meus filhos e marido,  
simplesmente por me amarem.*

*"Tudo tem seu apogeu e seu declínio..."*

*É natural que seja assim, todavia, quando tudo parece convergir para o que supomos o nada, eis que a vida ressurge, triunfante e bela!..."*

*"Novas folhas, novas flores, na infinita benção do recomeço!"*

*Chico Xavier*

## AGRADECIMENTOS

À UFRA e ao MPEG, pela oportunidade oferecida no curso de pós-graduação em Ciências Biológicas – Botânica Tropical.

À CAPES pela concessão da bolsa durante o curso.

Ao corpo docente e funcionários da pós-graduação.

Ao Dr. Hilton Túlio, coordenador do MEV.

Ao Dr. Alexandre Bonaldo do Laboratório de Aracnologia do MPEG, pelo empréstimo do microscópio para a captura das imagens estruturais.

À Dra. Lucia G. Lohmann pela identificação das espécies.

Ao Dr. Felipe Vivallo do Laboratório de Hymenoptera Departamento de Entomologia Museu Nacional UFRJ, pela identificação dos insetos.

À Dra. Cátia Patiu do Departamento de Entomologia, Museu Nacional, por me apresentar o Dr Felipe Vivallo, permitindo assim que a identificação dos insetos fosse realizada.

Ao projeto “Rede Interdisciplinar de Pesquisa na Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado” que concedeu o auxílio moradia no período da disciplina de Biologia Floral na Universidade Federal de Minas Gerais e as coordenadoras do mesmo.

Ao Laboratório de Palinologia do Museu Nacional UFRJ, na pessoa da Dra. Vânia Gonçalves Lourenço Esteves pela concessão do uso dos microscópios que me ajudaram muito na última fase do trabalho. O meu muito obrigado a todos do laboratório que me receberam com amizade e respeito.

Agradeço imensamente a minha orientadora Ana Cristina Andrade de Aguiar Dias que me introduziu ao mundo único da Botânica. Agradeço-te não somente pela orientação, mas principalmente por sua amizade e generosidade, que muitas vezes extrapolou a esfera da relação aluno/orientador. Acolhendo-me muitas vezes como sua filha, apesar da nossa diferença de idade, você foi minha mãe, irmã, conselheira, psicóloga, enfim, seu papel de orientadora em minha vida foi muito além do esperado. Você é responsável por essa vitória, por essa conquista que estará sempre presente na minha história. Minha eterna amizade, respeito e agradecimento por tudo que você fez por mim, minha grande amiga.

Ao meu coorientador Dr. Diego Demarco pela atenção dispensada a mim na análise das lâminas, pelas técnicas ensinadas com muita propriedade, pela disponibilização dos artigos e contribuição para que esse trabalho pudesse ser concluído. Muito obrigada.

Ao Dr. João Ubiratan Moreira dos Santos, ex-coordenador do curso de Pós Graduação de Botânica da UFRA pelo excelente trabalho realizado, mas principalmente por sua bondade e carinho que me tratou durante o Mestrado. Muitas vezes se comportando

como um pai para muitos alunos que precisaram de palavras de conforto e estímulo, não se furtando jamais a ajudar a todos. Este belo exemplo de ser humano que eu considero uma das melhores pessoas que já conheci, eu só tenho a agradecer.

À Doutoranda Thália do Socorro Serra Gama por sua amizade, por sua alegria e generosidade, muitas vezes deixando de fazer suas tarefas pessoais para me auxiliar nas pranchas, nas coletas, nas disciplinas, no laboratório, enfim, passamos boas horas juntas, e gostaria de passar muitas outras horas ao seu lado. Você é uma pessoa iluminada, pois mesmo com tão pouca idade me aconselhava como se fosse minha mãe. Que Deus possa continuar te guiando. Muito obrigada minha querida amiga por tudo que me ensinou.

À Doutoranda Ana Carla Feio, pelos importantes ensinamentos e grande contribuição em meu trabalho. Passamos horas felizes no Museu, dividindo até a comida que sua mãe preparava com tanto carinho. Nossa convivência foi maravilhosa, e pude aproveitar não só de seus conhecimentos como de seu alto astral. Obrigada amiga por toda ajuda que você me dispensou, não só no campo profissional como no pessoal. Conte sempre comigo.

À Dra. Nazir pela licença concedida para coleta no Parque Estadual do Utinga, e pelo empréstimo de livros. A Dra Ely Simone Cajueiro pelo empréstimo de material para coleta no campo. A Dra. Alba Lins pelo empréstimo de livros importantes para conclusão de meu trabalho. Obrigada.

À Dra. Léa Carreira pela amizade e principalmente pelas boas gargalhadas que demos nos corredores do Museu.

À secretaria da Pós Rosângela por seu trabalho atencioso, respeito e amizade que me foi dispensada ao longo desses dois anos.

Aos amigos do laboratório de Anatomia; Tatiani Kikuchi, Suellen, Marleide, Tarcymara, Haiwry, Breno e Joana, pelas horas divertidas que passamos e pela ajuda mútua. Ao amigo Rolf Jr. pelas imagens do MEV.

Aos colegas de turma pelo carinho com que me receberam desde o início do curso, tornando o Mestrado mais leve e feliz. Especialmente aos amigos João, Gildo, Leandro e Eduardo, pelo auxílio nas coletas. Ao amigo Elielson pela doçura de suas palavras e otimismo.

Ao meu amigo Márcio Dias, marido de minha orientadora, por me receber tantas vezes em sua casa com respeito e amizade, aturando minhas brincadeiras. Obrigada.

Aos meus pais Rômulo Paiva e Marisa Fernandes Paiva, pelo amor incondicional que sempre tiveram por mim, pelo incentivo, pela presença em minha vida mesmo estando longe. Vocês são meu alicerce, a viga mestra que sustentou minha existência. Nos momentos mais difíceis vocês estavam presentes, e sei que assim será até o fim de nossos dias. Obrigada por existirem.

Ao meu marido Sylvio Paul Fróes, ao seu lado pude experimentar todos os sentimentos

possíveis, que vão desde os mais sublimes aos mais amargos. Contudo, quando ninguém mais está por perto, sei que posso estender minhas mãos que elas vão encontrar as suas, sempre a me esperar. Você foi minha escolha, junto a ti encontrei o amor e conforto que tanto procurava. Seu estímulo me impulsiona a conquistar meus objetivos, e se hoje estou perto desta conquista você tem grande parcela de participação. Você é meu exemplo de determinação e meu porto seguro. Te amo.

Aos meus amados filhos José Paulo de Castro Filho e Gabriel Fernandes Paiva de Castro, vocês são a razão de minha existência. O amor mais puro, precioso e sublime que existe é o de uma mãe por seus filhos. Agradeço a vocês por sempre compreenderem minha ausência devido ao tempo dispensado ao Mestrado. Vocês são o meu maior bem, e tudo que faço é pensado em vocês. Agradeço a Deus por ter me confiado a missão de ser mãe de duas pessoas maravilhosas. Amo vocês.

À Deus, por me guiar no caminho do bem e da verdade, sem ele minha existência seria vazia e sem sentido. Obrigada senhor!

# SUMÁRIO

<b>1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO:</b>	
<b>2. Estudos anatômicos do eixo vegetativo aéreo em três espécies da tribo Bignonieae com ênfase nas estruturas secretoras: à procura de padrões evolutivos em tricomas glandulares.....</b>	<b>16</b>
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Material e Métodos.....	21
Resultados.....	22
Discussão.....	32
Referências.....	42
<b>3. CONCLUSÕES FINAIS.....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXO: Normas da Revista.....</b>	<b>45</b>

## 1. Contextualização

*Bignoniaceae* Juss. é representada por cerca de 82 gêneros e 875 espécies distribuídas predominantemente nos neotrópicos, onde a maioria das espécies possui hábito liana (Lohmann e Ulloa, 2007; Olmstead *et al.*, 2009), tendo o Brasil como principal centro de diversidade (Gentry, 1980; 1990).

Com base no hábito e na deiscência dos frutos, a família foi segregada em oito tribos (Gentry, 1980). Contudo, estudos morfológicos e moleculares reconhecem apenas sete como monofiléticas: *Bignonieae*, *Coleeae*, *Crescentieae*, *Eccremocarpeae*, *Oroxyleae*, *Tecomeae* e *Tourrettieae* (Spangler e Olmstead, 1999; Olmstead *et al.* 2009).

Dentre estas, destaca-se *Bignonieae* como a maior tribo da família, compreendendo quase metade das espécies totalizando 383, distribuídas em 21 gêneros, com distribuição neotropical e hábito quase que exclusivamente composto por lianas (Lohmann, 2006; Lohmann e Ulloa, 2006).

A elevada variabilidade morfológica dos representantes da tribo fez com que membros desse grupo apresentassem uma delimitação genérica muito complexa (Gentry, 1973, 1976, 1979). Tradicionalmente usava-se caracteres reprodutivos na distinção das espécies, como cor das flores e forma dos frutos, que são homoplásicos na tribo, tornando, assim, a classificação confusa (Lohmann, 2006). A mesma autora, estudando mais profundamente a tribo, constatou através de estudos filogenéticos que caracteres vegetativos contribuem significativamente para diagnosticar os gêneros em *Bignonieae* do que caracteres reprodutivos.

Esse fato já havia sido ressaltado por Bureua (1864), que apresenta os vários tipos de glândulas observadas na família, tanto em órgãos vegetativos quanto reprodutivos. No entanto, os trabalhos que analisavam o grupo não utilizam este importante caráter taxonômico para diferenciar gêneros e/ou espécies (Seibert, 1948).

A importância dos tricomas glandulares para a família foi destacada por Shumann (1894), porém a sua aplicação como um caráter taxonômico relevante só foi iniciada por Sandwith (1968). Os trabalhos anatômicos foram adotados por diversos especialistas na família. Todavia, estudos taxonômicos envolvendo a presença de

glândulas, assim como sua morfologia, já haviam sido relatados por muitos pesquisadores (Solereder, 1908; Seibert, 1948; Metcalfe e Chalk, 1950. Elias, 1983; Elias e Newcombe, 1979).

Entretanto, apenas recentemente, os estudos de cunho anatômico relacionando a estrutura dos tricomas com a secreção dos exsudatos começaram a valorizar a importância de tais glândulas para a ecologia das espécies e dos padrões dos tricomas para a evolução dos táxons em membros de Bignonieae. Pode-se tomar como exemplo os nectários extraflorais, que são tricomas glandulares e podem ser classificados de simples a complexos, dependendo da quantidade dos estratos celulares, tipo de célula basal do nectário, dentre outras características diferenciam espécies afins (Rivera, 2000).

Solereder (1908) identificou que os tricomas que revestem a superfície dos órgãos vegetativos em Bignoniaceae são dos tipos tectores e glandulares, destacando os capitados, peltados e pateliformes, estes, inclusive, são estruturas secretoras de néctar, ocorrência essa já conhecida para órgãos vegetativos e reprodutivos em Bignoniaceae.

Ao descreverem as folhas de Bignoniaceae, Metcalfe e Chalk (1950) enfatizam que é possível observar a olho nu pontos translúcidos nas folhas de *Dolichandrone* (Fenzl) Seem. e *Stizophyllum* Miers. Estes pontos seriam glândulas com acúmulo de secreção entre a cutícula e a cabeça da glândula. Entretanto, em *Adenocalymma* Mart. ex Meisn. e *Campsis* Lour. a forma das glândulas é circular e ligeiramente em depressão, amplamente distribuída ao longo das folha. Em *Kigelia* DC., são em forma de disco e ligeiramente elevadas .

A variedade de formatos, a distribuição e a ocorrência observada nessas estruturas secretoras da família vêm despertando o interesse de diversos pesquisadores a respeito da evolução desses tricomas glandulares. Nogueira (2011), ao fazer a caracterização de diferentes tipos de tricomas em algumas espécies da tribo Bignonieae, utilizou-se de estudos filogenéticos e conseguiu levantar dados significativos para a escala evolutiva das mesmas.

Porém, muitos gêneros ainda não foram inventariados, surgindo assim, uma lacuna a respeito dos padrões morfológicos e anatômicos de muitas espécies da tribo

que ainda não foram estudadas, impossibilitando o entendimento de como os tricomas evoluíram dentro de toda a tribo.

A fim de complementar o estudo já iniciado é necessário que um inventário da mesma natureza que o pioneiro realizado por Nogueira (2011) contemple os demais gêneros, que não foram investigados até o momento. Dentre estes, encontram-se *Stizophillum*, *Amphilophium* e *Martinella* DC. A posição destes na filogenia da tribo é ideal para realização de tal estudo, pois se encontram em posições distintas no clado.

Enquanto que *Stizophillum* e *Martinella* pertencem a gêneros basais, *Amphilophium* é derivado (Lohmann; 2006). Logo, através das análises das características anatômicas presentes nas espécies em questão, é possível compreender como os tricomas evoluíram dentro da tribo, ressaltando a presença e o padrão de distribuição dos mesmos no eixo vegetativo.

As pesquisas no âmbito da anatomia que envolve Bignoniaceae começaram no século XIX com Schenk (1893). O pesquisador evidenciou a presença de crescimento secundário anômalo em lianas, com a ocorrência da formação de cunhas de floema interrompendo o xilema, característica essa que seria típica dos gêneros de Bignonieae, ratificada por Gentry (1980). Contudo, Solereder (1908) não considerou esses caracteres como diferenciadores de Bignoniaceae em relação a outras famílias dentro da ordem. Porém, através de estudos envolvendo filogenia, Dos Santos (1995) e Pace (2010) constataram que os quatro padrões de crescimento anômalos caracterizam a tribo.

Quanto à presença de tricomas não glandulares e glandulares característicos da família e presentes em órgãos vegetativos e reprodutivos, Solereder (1902) citou os tricomas do tipo glandular pateliformes e capitados. Estes tipos de glândulas possuem a cabeça dividida por paredes anticlinais, em cujo tipo de exsudato variava muito dentro da família, podendo apresentar-se como néctar, resina, ceras, água (hidatódios), carbonato de cálcio, dentre outras. Algumas são visíveis a olho nu podendo ser caráter taxonômico diferenciador como, por exemplo, *Stizophillum*, no qual as glândulas pelúcidas são sinapomorfias morfológicas do gênero (Lohmann, 2006), assim como no gênero *Adenocalymma*, a nova classificação de Lohmann (2006), são sinapomorfia que caracteriza o novo clado são as glândulas em forma de vulcão (“Volcano gland clade”).

Um estudo detalhado com enfoque taxonômico na utilização de glândulas em Bignoniaceae foi realizado por Seibert (1948). O pesquisador descreveu a importância de caracteres vegetativos em detrimento dos reprodutivos na família. Por exemplo, a divisão da tribo em dois grupos; em que um deles possuía glândulas interpeciolares e o outro que não apresentava tal característica. Atualmente, sabe-se que essa classificação não é mais utilizada devido ao grande número de novas espécies descritas e dos trabalhos envolvendo filogenia molecular.

Solereder (1902), Seibert (1948) e Metcalfe e Chalk (1950) descreveram os mesmos padrões de glândulas para a família, contudo Zimmermann (1938) utilizara anteriormente uma classificação baseada na estrutura e na topografia dos nectários extraflorais para muitas famílias. Sua classificação foi utilizada por Elias (1983) e Rivera (2000); Elias (1983) descreveu o tipo *scale-like* (pateliforme) como o morfotipo mais peculiar em Bignoniaceae. Solereder (1902), entretanto, denominava esse padrão de tricoma como pateliforme, presente em membros da família.

Uma grande contribuição para o esclarecimento dos tipos de tricomas presentes na tribo Bignonieae só foi possível após o trabalho realizado por Nogueira (2011), que discute a relação da distribuição dos tricomas dentro dos 21 gêneros.

Ainda assim, muitas lacunas a respeito do padrão evolutivo dos tricomas permanecem sem uma explicação sustentada, apesar de Elias e Newcombe (1979) relatarem que, devido à similaridade estrutural entre os tricomas glandulares e os nectários extraflorais, esses poderiam ter sido seus precursores. Contudo, esta é apenas uma suposição que precisa ser investigada, assim como a evolução dos tricomas de uma forma mais específica.

## REFERÊNCIAS

BUREAU, E. 1864. *Monographie des Bignoniacées*. Dissertation. Paris, p. 164-169.

DE CANDOLLE, A. P. 1838. Revue sommaire de la famille des Bignoniacées. *Bibliothèque Universelle de Gèneve*. Gèneve, p.1-24.

DOS SANTOS, G. 1995. *Wood anatomy, chloroplast DNA, and flavonoids of the tribe Bignonieae (Bignoniaceae)*. Ph.D.dissertation. University of Reading, Reading, UK:.

ELIAS, T.S. e NEWCOMBE, L.F. 1979. Foliar nectaries and glandular trichomes in *Catalpa* (Bignoniaceae). *Acta Botanica Sinica*, 21: 217-224.

ELIAS, T. 1983. Extrafloral nectaries: their structure and distribution. In *The biology of nectaries*. (BL Bentley, TS Elias, eds.). Oxford University Press, Oxford.

ELIAS, T.S. e GELBAND, H. 1976. Morphology and anatomy of floral and extrafloral nectaries in *Campsis* (Bignoniaceae). *American Journal of Botany*, 63: 1349-1353.

GENTRY, A. H. 1973. Generic delimitations of Central American Bignoniaceae. *Brittonia* 25.

\_\_\_\_\_. 1976. Studies in Bignoniaceae. 19. Generic mergers and new species of South American Bignoniaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 63.

\_\_\_\_\_. 1979. Additional generic mergers in Bignoniaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66.

\_\_\_\_\_. 1980. Bignoniaceae, part I, Tribes Crescentieae and Tourretieae. *Flora Neotropica Monograph*.

LOHMANN, L. G. 2006. Untangling the phylogeny of neotropical lianas (Bignonieae, Bignoniaceae). *American Journal of Botany*, 93: 304-318.

LOHMANN, L. G. e ULLOA-ULLOA, C. *Bignoniaceae In iPlants prototype checklist*. 2006. Disponível em: <http://www.ipplants.org> (último acesso em 10/09/2011).

.

METCALFE, C. R e CHALK, L. 1950. *Anatomy of the dicotyledons*. Clarendon, Oxford:

NOGUEIRA, A. 2011. *Evolução e ecologia de tricomas em Bignonieae (Bignoniaceae): estruturas morfológicas de defesa anti-herbivoria?* Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLMSTEAD, R.G., M.L. ZJHRA, L.G. LOHMANN, S.O. GROSE e A.J. ECKERT. A. 2009. molecular phylogeny and classification of Bignoniaceae. *American Journal of Botany* 96: 1907-1921.

RIVERA, G.L. 2000. Nuptial nectary structure of Bignoniaceae of argentina. *Darwiniana* 38: 227-239.

SANDWITH, N. Y. 1968. Contributions to the flora of tropical America: LXXVI. Notes on Bignoniaceae: XXIX. Arrabidaea in Martius's 'Flora Brasiliensis' and subsequently. *Kew Bulletin* 22: 403-420.

SCHENCK, H. 1893. Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen, im Besonderon der in Brasilien einheimischen Arten. Beiträge zur anatomie der lianen. In: SCHIMPER, A.F. (ed.). *Botanische Mittheilungen aus den Tropen* 5. Gustav Fischer, Jena.

SCHUMANN, K. 1894. Bignoniaceae. In: ENGLER, A. e PRANTL, K. [eds.]. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. Vol. 4. Engelmann, Leipzig, Germany, p. 189-252.

SEIBERT, R.J. 1948. The use of glands in a taxonomi consideration of the family Bignoniaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 35: 123-137.

SOLEREDER, H. 1908. *Systematic anatomy of dicotyledons*. Clarendon, Oxford.

SPANGLER, R. e R. OLMSTEAD. 1999. Phylogenetic analysis of Bignoniaceae based on the cpDNA gene sequences *rbcL* and *ndhF*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86: 33-46.

ZIMMERMAN, J. 1932. U"ber die extrafloren nektarien der Angios- permen. Beihefte Botanisches Zentralblatt, Abt A, 49: 99-196.

2.

**Estudos anatômicos do eixo vegetativo aéreo em três espécies da tribo Bignonieae  
com ênfase nas estruturas secretoras: à procura de padrões evolutivos em tricomas  
glandulares**

Fabíola Fernandes Castro Fróes & Ana Cristina Andrade de Aguiar-Dias

**Artigo a ser submetido à Revista:**



## 1 Resumo

2 Trabalhos no âmbito da anatomia valorizando a importância dos tricomas glandulares  
3 como caráter taxonômico diferenciador dentro Bignoniaceae teve início em meados no  
4 século XX. Nos dias atuais os tricomas glandulares continuam desempenhando papel  
5 decisivo para taxonomia devido a grande diversidade de formas e funções que estas  
6 estruturas glandulares apresentam. O enfoque deste trabalho foi realizar um inventário  
7 dos tricomas glandulares presentes no eixo vegetativo aéreo de três espécies da Tribo  
8 Bignonieae (Bignoniaceae): *Stizophillum riparium* (Kunth) Sandwith, *Martinella*  
9 *obovata* (Kunth) Bureau e K. Schum. e *Amphilophium magnoliifolium* (Kunth) L.G.  
10 Lohmann. Atualmente pesquisas envolvendo dados moleculares contribuem  
11 significativamente para o melhor entendimento sobre a origem e evolução dos tricomas  
12 na Tribo Bignonieae, contudo, o estudo da estrutura e função de tais tricomas é de  
13 grande importância para corroborar ou não com a filogenia estabelecida para Tribo. Os  
14 tricomas são apêndices epidérmicos, isto é, não possuem vascularização,  
15 especificamente os tricomas glandulares secretam e liberam substâncias que,  
16 dependendo do tipo de exsudado liberado, assumem uma denominação própria, que é o  
17 caso dos tricomas pateliformes/cupuliformes denominados nectário extraflorais (NEFs)  
18 por secretarem néctar. Os tricomas glandulares presentes nas espécies estudadas foram:  
19 tricomas glandulares peltados, capitados e estipitados, e os pateliformes/cupuliformes.  
20 Dentre estes o mais abundante foi o tricoma peltado, apresentando também uma  
21 distribuição mais uniforme que os demais. Os tricomas pateliformes e cupuliformes se  
22 apresentaram em regiões mais específicas, como profis das gemas axilares, lâmina  
23 foliolar e nós. A única espécie que apresentou os tricomas capitados e estipitados foi *M.*  
24 *obovata*, estes tricomas se apresentaram amplamente distribuídos ao longo de todo eixo

25 vegetativo aéreo. A descrição e ocorrência do tricoma capitado é relatada pela primeira  
26 vez para o gênero e para Bignonieae. Os tricomas presentes nas três espécies estão de  
27 acordo com a literatura, com exceção dos tricomas capitados presentes em *M. obovata*.

28 **Palavras-chave:** Bignoniaceae, Estruturas secretoras, Nectários extraflorais.

29

30 **Abstract**

31 **Key words:**

32

33 **INTRODUÇÃO**

34 Uma das características estruturais a nível microscópico mais importantes  
35 presente em Bignoniaceae são os tricomas glandulares. Essas estruturas que são  
36 apêndices epidérmicos oriundos da protoderme podendo assumir diferentes formas e  
37 funções, representam importante caráter taxonômico descrito em trabalhos clássicos de  
38 anatomia vegetal como Solereder (1908), Metcalfe e Chalk (1950), Seibert (1948), Fahn  
39 (1979) e Theobald *et al.* (1979) até os mais recentemente publicados Potiguara *et al.*  
40 (2011), Nogueira (2011) e Gama (2013).

41 Os tricomas glandulares podem ser segregados em dois grandes grupos, os  
42 glandulares e os não glandulares (Theobald *et al.* 1979), contudo os glandulares também  
43 possuem o papel de secretar os exsudatos. Quando esses possuem composição  
44 específica, os tricomas recebem denominações funcionais, como os nectários que  
45 produzem néctar, e os coléteres secretores de mucilagens (Fahn 1974).

46 Os tricomas localizados em órgãos vegetativos e que são produtores de néctar,  
47 isto é, nectários extraflorais (NEFs), estão presentes em 90% dos gêneros pertencentes a  
48 Bignoniaceae (Elias e Gelband 1976). Esses nectários apesar de não serem  
49 vascularizados, devido sua origem protodérmica, não há associação entre esta  
50 característica e a produção de néctar. Apesar de serem estruturalmente pequenos,  
51 quando comparados com os nectários vascularizados, sua eficiência na produção de  
52 secreção e consequente atração de insetos é incontestável, como pode ser observado em  
53 algumas espécies de Bignonieae (e.g. *Amphilopium magnoliifolium*) . Em muitas  
54 espécies da tribo, os NEFs suportam assembléias de formigas; Elias e Gelband, (1976),  
55 Elias, (1983) e Gama (2013). Possivelmente, esta eficiência na produção de secreção

56 esteja relacionada com a presença de células de transferência nos NEFs de espécies de  
57 Bignonieae, que devem ser responsáveis pelo grande fluxo de néctar nos NEFs (Gama  
58 2013).

59 Os NEFs possuem uma intensa relação com insetos, em particular as formigas,  
60 que são atraídas pelo recurso energético secretado (Koptur *et al.* 1998; Heil e McKey  
61 2003; Oliveira e Freitas 2004). Existem relatos de que os NEFs estão envolvidos na  
62 proteção contra a herbivoria de maneira indireta, pela ação das formigas visitantes  
63 frente aos herbívoros (Vesprini *et al.* 2003; Oliveira e Freitas 2004). A proteção contra a  
64 ação de diversos herbívoros depende, geralmente, do tipo de associação entre plantas e  
65 formigas, que pode ser negativa, neutra ou positiva para a planta Nogueira *et al.*  
66 (2012).

67 Apesar de Nogueira (2011, 2012), ter realizado estudos moleculares e dados  
68 morfoanatômicos que possibilitaram a organização da filogenia dos tricomas na tribo,  
69 ainda é necessário estudos complementares. Contudo, a filogenia da tribo realizada por  
70 Nogueira (2011) agregou informações valiosas sobre a origem dos tricomas e o padrão  
71 de distribuição dos mesmos ao longo do eixo vegetativo aéreo das espécies de  
72 Bignonieae. Todavia, visto que as observações não abrangem todos os gêneros da  
73 tribo, e três quartos das espécies pertencentes à Bignonieae não foram analisadas,  
74 acreditamos que estudos como este são de grande contribuição para fornecer  
75 informações importantes a respeito do padrão de distribuição e a evolução dos tricomas  
76 em Bignonieae.

77 Devido à importância ecológica e taxonômica dos tricomas glandulares, este  
78 trabalho tem como objetivo verificar se os tricomas glandulares em *A.magnoliifolium*,

79 *M. obovata* e *S. riparium* estão de acordo com o padrão já descrito para Bignonieae,  
80 identificar se os tricomas pateliformes/cupuliformes presentes nas espécies são NEFs,  
81 bem como conferir se os dados da distribuição dos tricomas glandulares nas regiões  
82 estudadas estão de acordo com as pesquisas realizadas dentro da tribo.

83 **MATERIAL E MÉTODOS**

84 *M. obovata*, *A. magnoliifolium* e *Stzophillum riparium* foram as três espécies  
85 selecionada e coletadas no Parque Ambiental de Belém - Utinga, município de Belém  
86 (S 01°23'13" - 01°26'02" W 48°23'50" - 48°6'47"). As coletas foram realizadas nos  
87 meses de julho a dezembro de 2011.

88 O material botânico fértil foi enviado à especialista na família, Professora  
89 Doutora Lúcia G. Lohmann da Universidade de São Paulo (USP) para confirmar a  
90 identificação, e as amostras foram depositadas no herbário MG sob o voucher 201780,  
91 201781 e 201782.

92 Parte do material coletado (primeiro nó, terceiro nó, lâmina foliolar, pecíolo e  
93 pecíolulo de cada uma das espécies) foi fixado em Formaldeído – Álcool etílico 70% –  
94 Ácido acético Glacial (FAA<sub>70</sub>, Johansen 1940), em glutaraldeído a 2,5% (tampão fosfato  
95 0,1M pH 7,3), em formalina neutra tamponada (FNT; Lillie 1965) e em sulfato ferroso  
96 em formalina (SFF; Johansen 1940).

97 Passado o processo de fixação e estocagem/conservação, parte das amostras foi  
98 desidratada em série butílica – álcool butílico terciário – para inclusão em parafina  
99 histológica (Johansen 1940) e etílica – álcool etílico (Johansen 1940) e incluídas em  
100 hidroxietilmetacrilato (historesin *Leica*®; GERRITS e SMID, 1983). As secções  
101 transversais e longitudinais foram realizadas em micrótomo rotativo e coradas em azul

102 de Astra e Safranina (Gerlach 1969) e azul de toluidina (O'Brien *et al.* 1965),  
103 respectivamente. As lâminas permanentes foram montadas em resina sintética  
104 *Permount®*.

105 Realizou-se as micrografias de luz com microscópio Axiolab Zeiss com câmera  
106 digital *Canon* acoplada.

107 As fotomicrografias foram obtidas através de microscópio com câmera digital  
108 acoplada. O tratamento das imagens foi realizado no programa Adobe Photoshop CS  
109 versão 8.0.1 e as escalas foram confeccionadas com auxílio de lâmina micrometrada nos  
110 diversos aumentos.

111 Para o estudo em Microscopia Eletrônica de Varredura, os materiais botânicos  
112 selecionados foram fixados em glutaraldeído a 2,5% (tampão fosfato 0.1 M, pH 7.2), e  
113 estocadas em etanol 70% , Em seguida as amostras selecionadas foram mantidas em  
114 vácuo para retirada do ar contido nos espaços intercelulares, e posteriormente isoladas e  
115 desidratadas em série etílica, secas pelo método do ponto crítico, montadas sobre *stubs* e  
116 metalizadas com ouro (Robards, 1978). A captura das imagens foi realizada em  
117 microscópio Leo modelo 1450VP do MPEG JEOL JSM 5000LV a 20kV com 600dpi.

## 118 **RESULTADOS**

### 119 **Observações de campo**

120 Em *M. obovata* foi notada presença de insetos, principalmente formigas do  
121 gênero *Cephalotes* (Figura 1C) e *Myrmicinae* (Figura 1E), ao longo do eixo  
122 vegetativo aéreo, principalmente na pecíolar (Figura 1C), e região abaxial da lâmina  
123 foliolar (Figura 1E). Em *A. magnoliifolium* as formigas que foram visualizadas

124 pertencem ao Gênero *Camponotus* (Figura BD). Na região dos profilos foi possível  
125 visualizar a olho nu um aglomerado de glândulas, no caso tricomas cupuliformes  
126 (Figura 1D). Em *A. magnoliifolium*, o local mais visitado pelos insetos foi a região dos  
127 profilos das gemas axilares (Figura 1C) onde o fluxo de formigas se mostrou mais  
128 intenso do que na região nodal.

129 Em *S. Riparium* as formigas encontradas pertencem ao gênero *Dolichoderinae*  
130 (Figura 1A, D e F). Não foi visualizado fluxo significativo de insetos em nenhuma  
131 região específica dos órgãos observados. Glândulas pelúcidas são facilmente  
132 observáveis na superfície abaxial da lâmina foliolar, apresentando um aspecto  
133 pontilhado (Figura 1A, F, G).

134 **Microscopia de Luz e Microscopia Eletrônica de Varredura**

135 Três tipos de tricomas glandulares estavam presentes ao longo do eixo  
136 vegetativo aéreo das três espécies estudadas. Os tricomas apresentaram os seguintes  
137 morfotipos (Tabela 2): (1) peltado (2) pateliforme/cupuliforme (3) capitado/estipitado.

138 **Tricoma Glandular Peltado**

139 O tricoma do tipo peltado possui uma cabeça secretora multicelular formada  
140 por uma única camada de células, o pedúnculo é formado geralmente por uma única  
141 célula, e uma porção basal, cujas células se localizam junto a epiderme, contudo em  
142 alguns grupos pode existir mais de uma célula na base.

143 O tricoma peltado foi presente em todas as espécies estudadas (Tabela 1),  
144 contudo apresentou variações morfológicas (Figura 2B, C, D, F, K), alguns possuem  
145 aspecto convexo (Figura 2L-M), e outros ainda arredondados (Figura 2E). Ambas as

146 formas podem ser observadas ao longo da atividade secretora do tricoma. Ao término do  
147 processo, o tricoma assume a forma senescente, apresentando um aspecto achatado  
148 (Figura 2B).

149 A cabeça é a porção secretora, onde as células assumem um arranjo em  
150 paliçada possuindo uma cutícula delgada que se distende ao acumular secreção no  
151 espaço subcuticular rompendo-se por ocasião da liberação do exsudado produzido por  
152 tais células. Dentre as espécies estudadas, *S. riparium* possui a maior cabeça secretora,  
153 formada por dezenas de células (Figura 2P), enquanto que em *A. magnoliifolium* um dos  
154 morfotipos de tricoma peltado, a cabeça secretora apresenta somente 6 células (Figura  
155 2G).

156 O pedúnculo é constituído geralmente por uma única célula (Figura 2B, C, D,  
157 E), mas em alguns táxons podem apresentar até cinco células como em *S. riparium*, que  
158 apresenta de três a cinco células (Figura 2N-O), além de possuir uma dupla camada de  
159 células no pedúnculo (Figura 2L).

160 **Tricoma Glandular Capitado e Estipitado**

161 Os tricomas capitados e estipitados surgiram de forma independente nove vezes  
162 ao longo na história evolutiva em Bignonieae (Nogueira 2011), afastando assim uma  
163 possível homologia de tais estruturas dentro da tribo.

164 A morfologia dos tricomas capitados é muito vasta. Para Lamiaceae foram  
165 descritos três tipos de tricomas capitados (Karousou et. al. 1992; Maleci e Servettaz,  
166 1991). Abu-Asab e Cantino (1987) estabeleceram como regra, que para os tricomas  
167 capitados serem designados como tal, devem apresentar o comprimento do pedúnculo  
168 maior do que a metade do comprimento da cabeça. Nogueira (2011), ao observar

169 diferentes espécies dentro de Bignonieae, que apresentavam tricomas capitados com  
170 pedúnculo longo, resolveu designá-los de estipitados, contudo afastou a hipótese de  
171 formalizar uma padronização para tal terminologia, pois esses tricomas não  
172 apresentavam origem comum dentro de Bignonieae, diferentemente dos tricomas  
173 peltados que derivam de um mesmo ancestral comum na tribo. Logo, neste estudo  
174 vamos considerar o tricoma capitado, os tricomas com pedúnculo curto, e os tricomas  
175 que apresentam pedúnculo longo, como estipitado.

176 Poucos trabalhos relataram a presença de tricomas capitados em órgãos  
177 vegetativos de Bignonieae, sendo aqui descrito pela primeira vez para o gênero  
178 *Martinella*. Seibert (1948) cita a presença de tricomas estipitados em Bignoniaceae, mas  
179 não descreve nenhum tipo semelhante ao visualizado, em todas as regiões estudadas, em  
180 *M. obovata*.

181 De acordo com Nogueira et al. (2012) o tricoma estipitado presente em  
182 *Adenocalymma adenophorum* e *Cuspidaria sceptrum*, produzem uma secreção pegajosa  
183 que, possivelmente, está associada a uma estratégia de defesa da planta, contudo esses  
184 tricomas não exercem atração de formigas, como os nectários extraflorais. Tresvenzol  
185 (2010) também cita que a presença de tricomas tectores e glandulares presentes em  
186 órgãos vegetativos de *M. nodosa*, pode estar associada a defesa anti-herbivoria. Morais-  
187 Filho e Romero (2010) descreveram os tricomas glandulares presentes em *Rynchanthera*  
188 *dichotoma* DC. (Melastomataceae), como sendo responsáveis por exercer importante  
189 papel na associação entre esta planta e aranhas, pois os tricomas glandulares produzem  
190 uma substância pegajosa que se adere a outros insetos que servem de alimento para as  
191 aranhas. Apesar de tantos autores descreverem a existência dessa substância pegajosa,  
192 ela não foi visualizada nos tricomas capitados e estipitados presentes em *M. obovata*.

193 Em *M. obovata*, a presença dos tricomas capitados e estipitados foi visualizada em todas  
194 as regiões estudadas, e o fato dos tricomas c/s estarem amplamente distribuídos ao  
195 longo de todo o eixo vegetativo aéreo, não parece associado a diminuição dos NEFs,  
196 visto que estes se apresentaram em quantidade considerável ao longo da região dos  
197 pecíolos. Quanto a presença de substâncias pegajosas produzidas pelos tricomas  
198 estipitados, não foi visualizado nenhuma dificuldade no forrageamento das formigas  
199 devido a presença dos tricomas c/s em *M. obovata*.

200 Os tricomas capitados/estipitados observados nas espécies estudadas são  
201 similares aos descritos por Nogueira (2011).

202 **Tricoma Pateliforme/Cupuliforme**

203 Este morfotipo foi presente em todas as espécies estudadas (Tabela 1). São  
204 multicelulares, e apresentam-se na forma pateliforme, isto é, com formato achatado  
205 (Figura 4C, E, F e G), ou cupuliforme (cup-shaped), (Figura 4B, D, H e I). O tecido  
206 secretor é uniestratificado, disposto em paliçada (Figura 4C). As células apresentam  
207 citoplasma denso e núcleo evidente, e uma fina cutícula, que não apresenta poros  
208 aparentes, logo a secreção armazenada no espaço sub-cuticular (Figura 4D), é liberada  
209 quando ocorre a ruptura da cutícula (Figura 4E, F, G e K). O número de células  
210 secretoras é extremamente variável, podendo apresentar 35 células a dezenas (Figura 4B  
211 e M).

212 As células do pedúnculo podem apresentar uma única célula arredondada com  
213 grande volume (Figura 4B), ou de uma a duas camadas de células cuboidais (Figura 4C,  
214 E, F e M). As células basais estão dispostas junto à epiderme na qual o tricoma está  
215 inserido.

216 Nas espécies estudadas os tricomas pateliformes e os cupuliformes foram  
217 encontrados nos mesmos órgãos, exceto em *S. riparium* (Tabela 2). Hifas fúngicas  
218 foram visualizadas na superfície do tricoma (Figura 4G e K).

219 Apesar dos tricomas pateliformes/cupuliformes não possuírem vascularização,  
220 foi visualizada vascularização próxima à sexta camada de células abaixo das células  
221 basais do tricoma (Figura 4J).

222

223

224

225

226

227

228

229

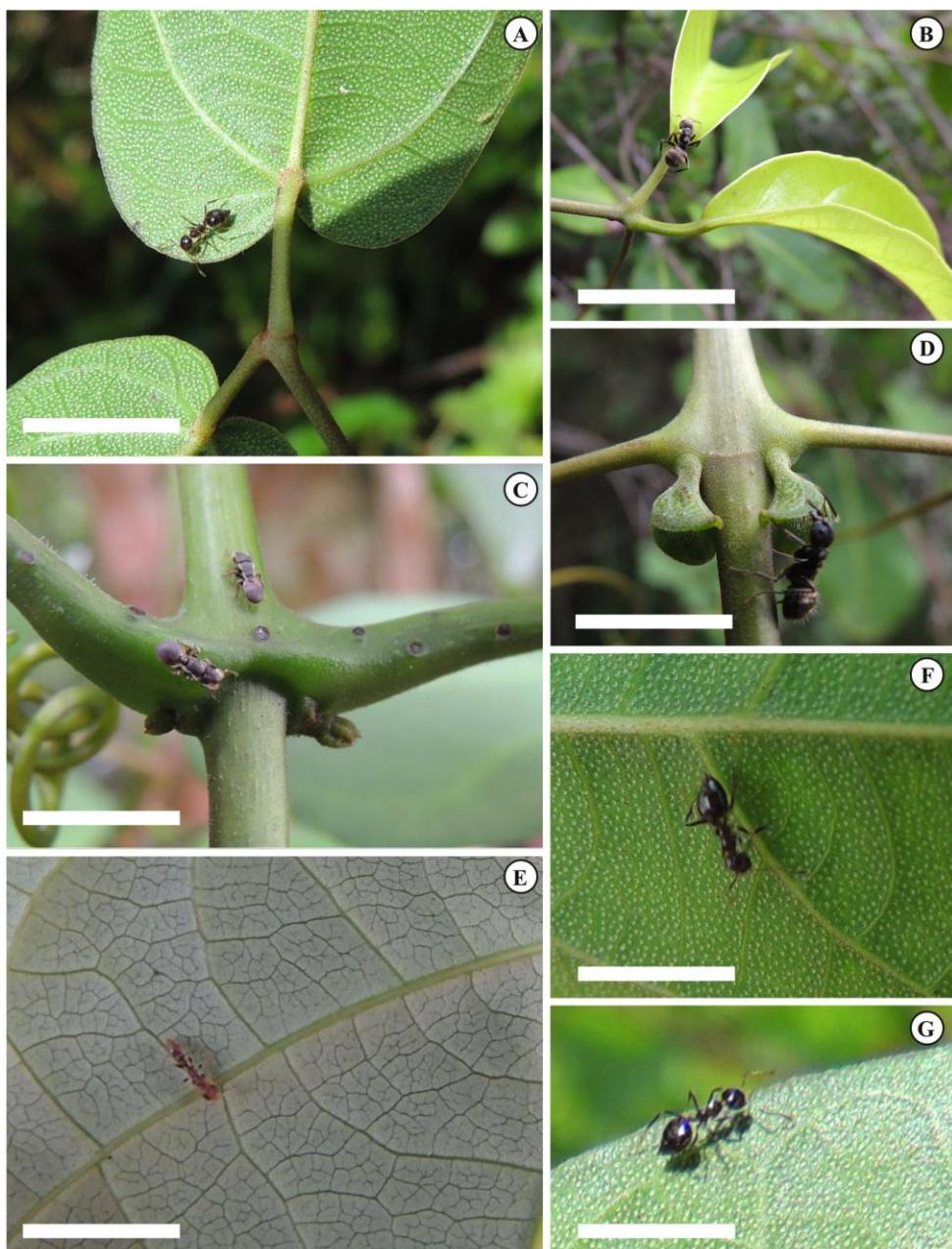
230

231

232

233

234



248 **Figura 1.** Formigas forrageando as regiões dos profils das gemeas axilares, lâmina  
 249 foliolar e pecíolos. **A, F, G:** *S. Riparium*. **B e D:** *A. magnoliifolium*. **C e E:** *M. obovata*.  
 250 **D:** fomigas na região dos profils das gemas axilares. **C:** notar os tricomas pateliformes  
 251 na região nodal e peciolar. **A, F e G:** região abaxial de *S. Riparium*, notar a região  
 252 pontuada chamada glândulas pelúcidas. **B e D** formigas do gênero *Crematogaster*. **A, F**  
 253 e **G:** formigas do gênero *Dolichandroniae*. **C:** formiga do gênero *Chephalotes*. **E:**  
 254 formiga pertencente ao gênero *Myrcinanae*. Barras: 1cm.

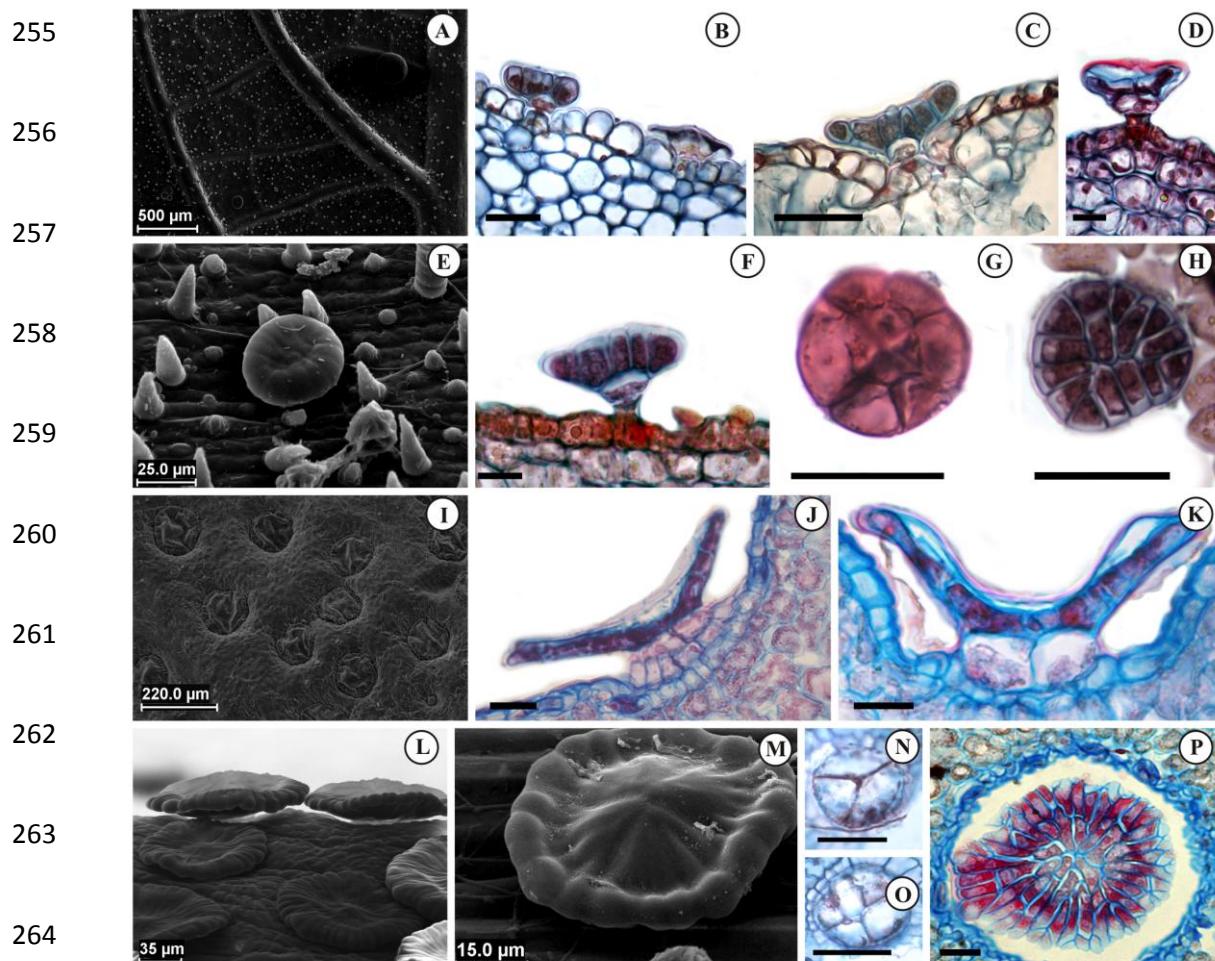
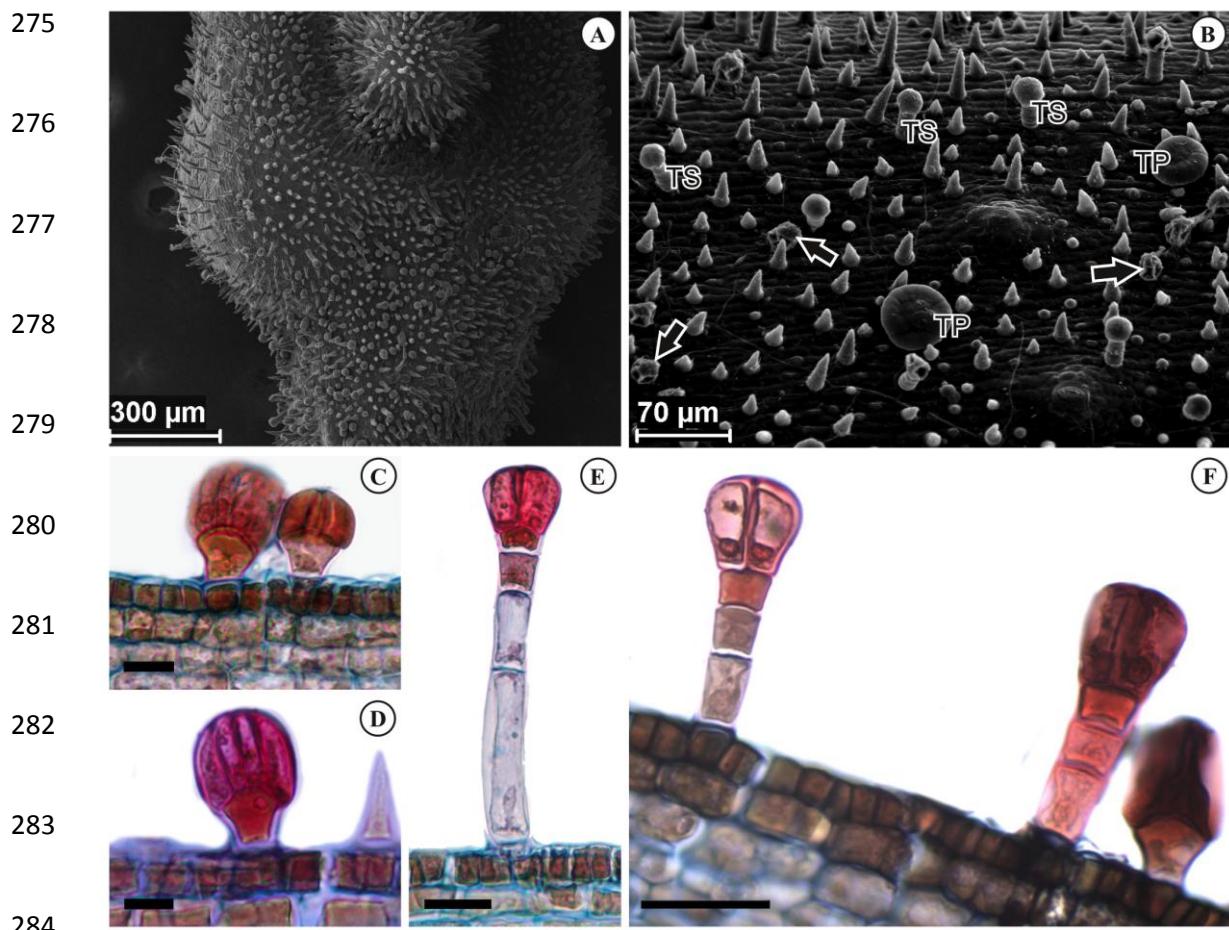
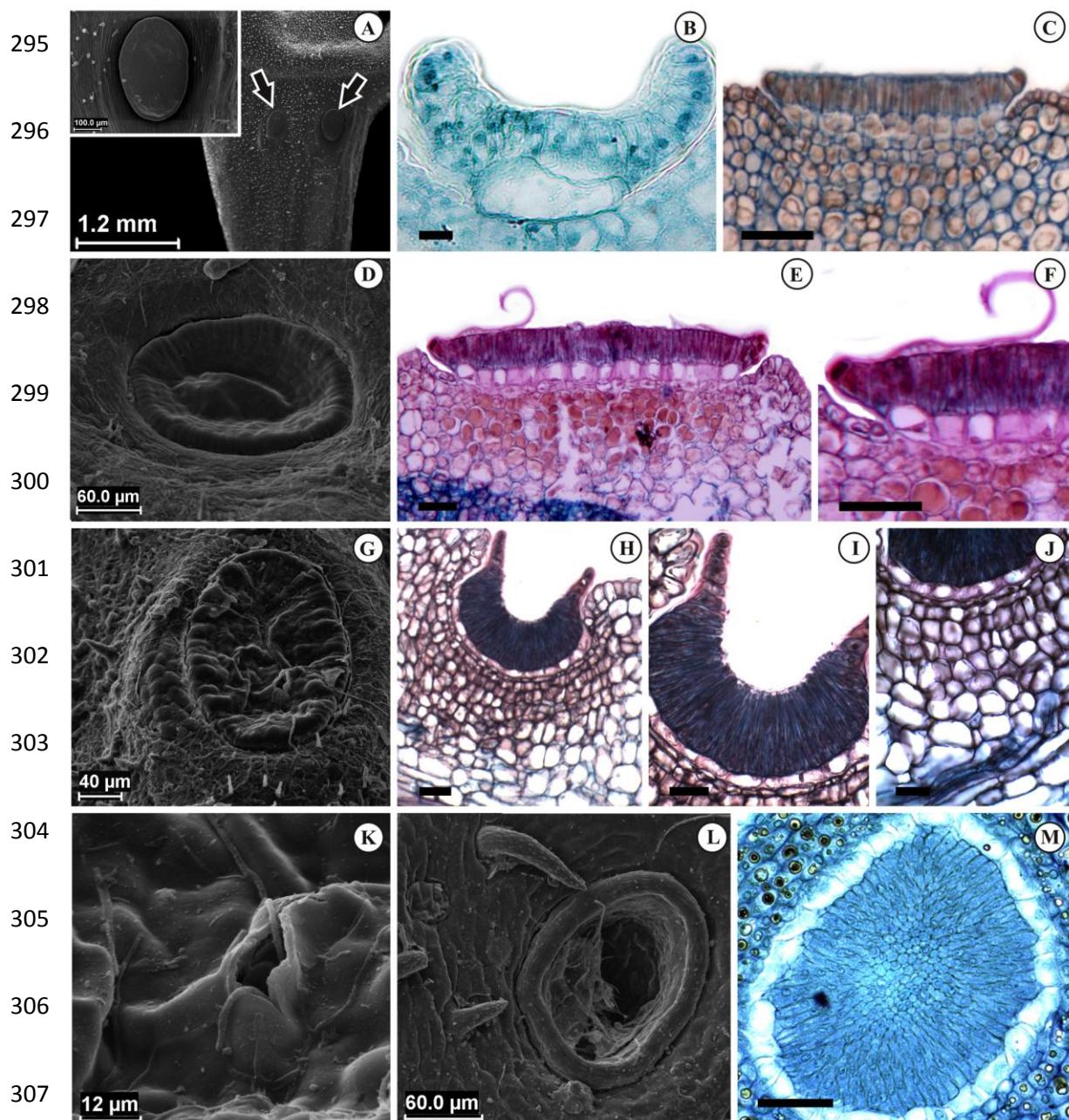


Figura 2. Diversidade morfológica dos tricomas peltados ao longo dos órgãos vegetativos aéreos em *M. obovata*, *S. riparium* e *A. magnoliifolium*. Eletromicrografias de varredura: A, E, I, L e M.. Micrografias de luz: B-D, F-H, J-K e N-P. B, C, D, F e K: secção transversal evidenciando o número variado de células secretoras distribuídas ao longo da cabeça dos tricomas. G, H, J, N, O e P: secção longitudinal. G e O: diferente número de células formando a cabeça secretora dos tricomas. N e O: detalhe do número e do tamanho das células do pedúnculo em *S. riparium*. J: dupla camada de células do pedúnculo de *S. riparium*; notar em M a cabeça do tricoma onde a cutícula se encontra distendida devido o acúmulo de secreção. A, I e L: observar a grande densidade de tricomas. K: aspecto côncavo do tricoma invaginado. Barra = 20 $\mu$ m



285 **Figura 3.** Tricomas capitados e estipitados em *Martinella obovata*. **A** e **B**:  
 286 eletromicrografias de varredura. **C-F**: micrografias de luz, evidenciando os dois tipos de  
 287 Em **A**, notar os tricomas densamente distribuídos ao longo do primeiro nó. Notar em **B**  
 288 a distribuição dos tricomas capitados (seta), tricomas estipitados (TS) e tricomas  
 289 peltados (TP). **C-D**: tricomas capitados. **E**: tricomas estipitados. **F**: tricomas estipitados  
 290 e capitados. **C** e **D**: observar que o pedúnculo do tricoma apresenta somente uma única  
 291 célula. **E-F**: o pedúnculo é formado por três células. Em **E** o tricoma estipitado se  
 292 encontra em fase final de desenvolvimento em que as células do pedúnculo estão  
 293 completamente expandidas e o conteúdo citoplasmático presente na cabeça glandular se  
 294 apresenta denso, indicando a fase secretora. Barra = 20 $\mu$ m.

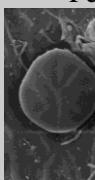
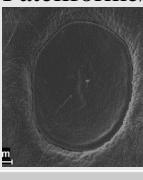
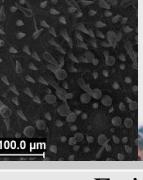
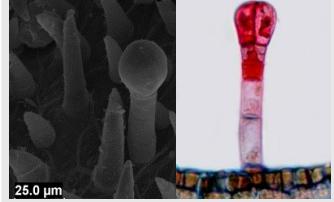


308 **Figura 4.** Tricomas Pateliformes/Cupuliformes presentes em *M. Obovata*, *S. riparium*  
 309 e *A. magnoliifolium*. **A, D, G, H, K e L:** eletromicrografias de varredura. **B, C, E, F, H-**  
 310 **J e M:** micrografias de luz. **C, E e F:** tricoma pateliforme. **B, H, I e M:** tricoma  
 311 cupuliforme. **A:** tricomas na região nodal. **B:** tricoma cupuliforme com uma célula  
 312 esférica no pedúnculo. **C, E, F, H, I, J e M:** células do pedúnculo com aspecto  
 313 cuboidal. **F:** detalhe das células cuboidais. **D:** cutícula distendida devido acúmulo de  
 314 secreção. **E, F, G e K:** cutícula rompida. **G e K:** notar hifas fúngicas. **L:** tricoma

315 danificado devido a um possível ataque de predador. **J**: vascularização do floema,  
 316 próximo a sexta camada celular abaixo da epiderme. **B** e **I**: observar a diferença do  
 317 número de células presentes na porção secretora dos dois tricomas em questão. Barra =  
 318 20 $\mu$ m.

319

320 **Tabela 1.** Presença dos tricomas glandulares do tipo peltado, pateliforme/cupuliforme  
 321 (p/c) e capitado/estipitado em *M. Obovata*, *S. riparium* e *A. magnoliifolium*.

322	Tipos	Espécies		
		M. obovata	S. riparium	A. magnoliifolium
323	Peltado	X	X	X
324				
325				
326	Pateliforme/Cupuliforme	X	X	X
327				
328		X		
329				
330	Capitado			
331		X		
332	Estipitado			

333 **Tabela 2.** Distribuição dos morfotipos de tricomas glandulares nos órgãos das espécies  
 334 estudadas [Pc: pecíolo; Pcl: peciolulo; Lfl (ab): lâmina foliolar abaxial; Lfl (ad): lâmina  
 335 foliolar adaxial]

Tipos	Espécies	Localização					
		Pc	Pcl	1º nó	3º nó	Lfl (ab)	Lfl (ad)
Peltado	<i>M. obovata</i>				X	X	X
	<i>S. riparium</i>		X	X	X	X	X
	<i>A. magnolifolium</i>		X	X	X	X	X
Pateliforme/ Cupuliforme	<i>M. obovata</i>			X	X	X	
	<i>S. riparium</i>					X	
	<i>A. magnolifolium</i>			X	X	X	
Capitado/ Estipitado	<i>M. obovata</i>	X	X	X	X	X	X

336

## 337 DISCUSSÃO

### 338 Tricomas glandulares peltados

339 A análise morfológica dos tricomas glandulares é de grande importância taxonômica  
 340 para a família e diversos trabalhos evidenciaram tal valor, como os realizados por  
 341 Candolle (1845), Schenk (1893); Bureau e Schumann (1897); Solereder (1908), Seibert  
 342 (1948); Metcalfe e Chalk (1950); Gentry (1980); e mais recentemente, Lopes et al.  
 343 (2002); Potiguara et al. (2011); Nogueira (2011, 2012); Gama (2013). Os tricomas  
 344 peltados são frequentemente encontrados em membros da família (Seibert, 1948).

345 Os tricomas peltados são encontrados em todas as espécies da tribo, visto que,  
 346 nas lâminas foliolares, estão presentes desde o ancestral mais comum de Bignonieae  
 347 (Nogueira, 2011), sendo então bastante diversos, podendo ter subtipos (Seibert, 1948),  
 348 como supõem-se que ocorra em *S. riparium*. Pois a cabeça secretora do tricoma peltado

349 desta espécie possui uma das maiores dimensões dentre os representantes de  
350 Bignonieae, assemelhando-se apenas a *Pyrostegia*.

351 Em relação a densidade dos tricomas peltados Nogueira (2011) afirma que  
352 *Amphilophium* superou, praticamente, todas as linhagens de Bignonieae, devido a sua  
353 abundância. Entretanto, quando analisadas *A. magnolifolium* e *S. riparium*, foi  
354 observado que há maior densidade de tricomas peltados em *S. riparium*, para as regiões  
355 estudadas. Já em *M. obovata*, é tão escassa a presença destes tricomas que ele foi notado  
356 somente através de microscopia eletrônica de varredura, contrastando com o que  
357 Nogueira (2011) viu para a mesma espécie, onde indicou a densidade entre 2.71-6.2  
358 mm<sup>2</sup>. Levanta-se então a hipótese de que a densidade varia também entre as espécies de  
359 *Amphilophium*, onde presume-se que outros fatores, tais como ecológicos e fisiológicos  
360 estão envolvidos na densidade destes tricomas, além dos fatores hereditários.

361 Os dados morfoanatômicos relatados no presente estudo confirmam que a  
362 morfologia dos tricomas peltados presentes nas espécies estudadas estão inseridas no  
363 padrão já descrito anteriormente para a tribo e família. Apesar das espécies estudadas  
364 apresentarem diferentes morfotipos de cabeça secretora, assim como diferenças nas  
365 células pendunculares quanto ao número e tamnho e forma.

### 366 **Tricomas pateliformes/cupuliformes**

367 A presença de nectários extraflorais já foi descrita para algumas espécies de  
368 Bignoniacae. Elias (1979) ao estudar os nectários extraflorais verificou que, estas  
369 estruturas secretoras ocorrem nas regiões nodais, nas superfícies adaxial e abaxial da  
370 lâmina foliar, nas brácteas florais, botões, cálices, corolas e frutos, no entanto, estão  
371 abundantemente na face abaxial da folha, muitas vezes agregados e próximos as

372 nervuras foliares. Os encontrados aqui corroboram com os encontrados em *Catalpa*,  
373 pois a concentração deles se dá nas axilas das nervuras.

374 Nas três espécies estudadas os tricomas pateliforme/cupuliforme estão  
375 distribuídos na superfície abaxial da lâmina foliolar, mesmo padrão descrito por  
376 Potiguara et al. (2011) ao inventariar as estruturas secretoras em *Mansoa Standleyii*  
377 (Steyermark) A.H. Gentry.

378 De acordo com Nogueira (2011) todos os representantes da tribo Bignonieae  
379 apresentam tricomas pateliformes/cupuliformes, pois está presente no ancestral comum  
380 da tribo, indicando que a presença destes tricomas pode ser encontrado em grupos  
381 irmãos em Lamiales. Esses morfotipos foram encontrados nas espécies aqui estudadas.  
382 No entanto, a confirmação de serem nectários extraflorais ou não foi obtida através da  
383 glicofita e teste histoquímicos, que confirmaram que a secreção era açucarada em *M.*  
384 *obovata* e *A. magnolifolium*, podendo denominá-los funcionalmente de nectários  
385 extraflorais.

386 Apesar da presença constante de tricomas nas folhas das Bignonieae, houve um  
387 incremento na quantidade dessas estruturas na lâmina foliolar. Porém, ao longo da  
388 história evolutiva, foi acentuando-se a perda desta densidade na região peciolar e  
389 interpeciolar (Nogueira, 2011), mas em *M. obovata* que é uma espécie pertencente a um  
390 gênero basal dentro da tribo, a presença de tricomas glandulares na região dos peciolas  
391 é considerável, sendo possível a visualização de pequenos pontos na região mencionada,  
392 todavia há que se considerar que os estudos de Nogueira (2011) não objetivaram  
393 quantificar esses dados, logo não é possível inferir que em *M. obovata* tal fato tenha  
394 ocorrido, apesar deste gênero apresentar somente duas espécies.

395 Elias e Newcombe (1979) defenderam a hipótese contrária, afirmando que a  
396 presença de muitos NEFs é uma condição mais derivada do que a presença de um único  
397 e grande NEF em Bignoniaceae. A ocorrência de campos de NEFs na região adaxial e  
398 abaxial da lâmina foliolar, seria considerada assim um avanço evolutivo observado  
399 também em Malvaceae e Bombacaceae.

400 A origem dos tricomas pateliformes/cupuliformes vem sendo hipotetizada em  
401 alguns estudos, onde as modificações ocorridas nos tricomas peltados seriam  
402 responsáveis pelo surgimento de uma estrutura mais complexa, que seriam os tricomas  
403 pateliformes/cupuliformes (Elias e Newcombe 1979; Parija e Samal 1936).

404 A agregação de muitos nectários nas axilas das nervuras e sua presença na  
405 superfície abaxial é considerada como sendo relacionada uma relação mutualística com  
406 insetos visitantes (Stephenson 1978).

407 Em *A. magnolifolium* a presença de aglomerados de nectários, na região dos  
408 profilos das gemas axilares, onde ocorreram formigas forrageando, indicam que essa  
409 região, por possuir áreas meristemáticas de intensa atividade, requer proteção contra  
410 predadores, pois estas regiões apresentam um alto custo energético para a planta, e o  
411 comprometimento de tais regiões afeta diretamente todo o metabolismo da planta, sendo  
412 necessário proteção constante. Este papel de proteção é realizado pelas formigas que  
413 atuam com perfeita maestria como observado em *A. magnolifolium*, onde a região dos  
414 profilos das gemas axilares apresentavam formigas forrageando fixamente nestas  
415 regiões, migrando de um nó a outro durante o período observado.

416 Em locais de climas tropicais esses tricomas pateliformes/cupuliformes  
417 secretores de néctar servem para atrair formigas (Elias 1979), exercendo então uma

418 clara interação mutualística entre inseto-planta, além de estabelecer estratégias de  
419 defesa anti-herbivoria, devido a liberação de compostos que servem de recompensa aos  
420 visitantes, sendo em grande maioria as formigas (Bentley 1977; Keeler 1980; Elias  
421 1983; Nogueira 2011, 2012).

422 Em *M. obovata* e *A. magnollifolium*, a presença de formigas forrageando a  
423 região foliolar, profilos e peciólulo foi muito mais intensa do que a observada em *S.*  
424 *riparium*, provavelmente devido a pouca quantidade de tricomas  
425 pateliformes/cupuliformes nesta espécie, em comparação com as outras estudadas,  
426 assim como o tamanho do tricoma em *S. riparium* que se limitou a um número total de  
427 27 células secretoras em detrimento de um número muito superior de células (na ordem  
428 de várias dezenas) encontradas em *M. obovata* e *A. magnollifolium*.

429 Os insetos considerados praga, principalmente os sugadores de seiva procuram  
430 a face adaxial da lâmina foliar, pois podem se alimentar sendo abrigados contra a ação  
431 de fatores ambientais, como chuva, além de se proteger contra predadores tais como  
432 pássaros ou outros insetos. O fato de suas probóscides serem curtas, não atingindo a  
433 região vascular da planta, sendo facilmente atingida na face abaxial pode ter forçado  
434 uma migração desses insetos para tal região. Esta provável adaptação para fugir da  
435 predação, aumentando assim a taxa de sobrevivência desses insetos, pode ter  
436 contribuído para o acompanhamento de uma recíproca e aparente evolução ou seleção  
437 de nectários extraflorais situados na face abaxial de todas as espécies de *Catalpa* (Elias  
438 e Newcombe 1979). Nas três espécies estudadas, a face abaxial da lâmina foliolar  
439 apresentou nectários extraflorais, assim como a constante presença de formigas  
440 observadas transitando pelo eixo vegetativo aéreo, foi muito mais intensa na face  
441 abaxial do que na adaxial em todas as espécies estudadas. Na região adaxial em

442 nenhuma das espécies foram encontrados nectários extraflorais, corroborando assim  
443 com os estudos de Nogueira (2011) que indicam uma menor taxa desses nectários nesta  
444 região, e possivelmente a fatores como os relatados por Elias e Newcombe (1979).

445 Após as observações comparadas com estudos como os de Nogueira (2011,  
446 2012) é possível afirmar que os tricomas pateliformes/ cupuliformes presentes em *M*  
447 .*obovata*, *A. magnolifolium* e *S. riparium*, estão de acordo com o padrão descrito para  
448 Bignoneae, e estudos complementares como a ontogenia dos tricomas e dos pg  
449 realizados por Gama (2013) e inventários em espécies de diferentes gêneros ainda não  
450 estudadas, como no presente estudo, são de extrema importância para uma melhor  
451 compreensão da origem dos tricomas na Tribo Bignonieae.

452

## 453 **REFERÊNCIAS**

454 Abu-Asab, M.; Cantino, P. D. 1987. Phylogenetic implications of leaf anatomy  
455 in subtribe Melittidinae (Labiatae) and related taxa. *Journal of Arnold Arboretum*, 68:  
456 1-34.

457 Ascensão L. N.; Marques; Pais, M. S. 1995. Glandular trichomes on vegetative  
458 and reproductive organs of *Leonotis leonurus* (Lamiaceae). *Annals of Botany*, 75: 619-  
459 626.

460 Ascensão, L. A; Figueiredo, J.G.; Barroso, L.G.; Pedro, J.; Schriepsema, S.G.;  
461 Deans, J.J.; Scheffer. 1998. *Plectranthus madagascariensis*: morphology of the  
462 glandular trichomes, essential oil composition and its biological activity. *International*  
463 *Journal of Plant Science*, 159: 31-38.

464 Ascensão, L.L Mota; Castro, M.M 1999. Glandular trichomes on the leaves  
465 and flowers of *Plectranthus ornatus*: morphology, distribution and histochemistry.  
466 *Annals of Botany*, 84: 437- 447.

467 Bentley, B.L. 1977. Extrafloral Nectaries and protection by pungnacious  
468 bodyguards. *Ecology*, 8: 407-427.

469 Bureau, E. 1864. *Monografphie des Bignoniacées*. Dissertation. Paris, p.164-  
470 169.

471 Bureau E; Schumann K. 1897. Bignoniacaceae. In: Flora Brasiliensis. (CFPV  
472 Martius, ed.)

473 Conceição, A. S.; Queiroz, L. P.; Lewis, G. P.; José, M.; Andrade, G.; Ricardo,  
474 P.; Almeida, M.; Schnadelbach, A. S. 2009. Phylogeny of *Chamaecrista Moench*  
475 (Leguminosae-Caesalpinoideae) based on nuclear and chloroplast DNA regions. *Taxon*  
476 58: 1168-1180.

477 De Candolle, A.P. 1838. Revue sommaire de la famille des Bignoniacées.  
478 *Bibliothèque Universelle de Gèneve*. Gèneve, p.1-24.

479 Díaz-Castelazo, C.; Rico-Gray, V; Ortega, F; Ángeles, G. 2005. Morphological  
480 and Secretory Characterization of Extrafloral Nectaries in Plants of Coastal Veracruz ,  
481 Mexico. *Annals of Botany*: 1175-1189.

482 Elias, T.S.; Newcombe, L.F. 1979. Foliar nectaries and glandular trichomes in  
483 *Catalpa* (Bignoniacaceae). *Acta Botanica Sinica*, 21: 217-224.

484 Elias, T. 1983. Extrafloral nectaries: their structure and distribution. In (B.L.  
485 Bentley e T.S. Elias, eds.). *The biology of nectaries*. Oxford University Press, Oxford.

486 Elias, T.S.; Gelband, H. 1976. Morphology and Anatomy of Floral and  
487 Extrafloral Nectaries in *Campsis* (Bignoniaceae). *American Journal of Botany*, 63:1349-  
488 1353.

489 Elias T.S.; Prance G.T. 1978. Nectaries on the fruit of *Crescentia* and other  
490 Bignoniaceae. *Brittonia* 30: 175-181.

491 Fahn, A. 1974. *Plant Anatomy*. 2ed, Pergamon Press, Oxford, New York.

492 FAHN, A. 1979. *Secretory tissues in plants*. Academic Press, London.

493 Gentry, A. H. 1980. Bignoniaceae: Part I (Crescentieae and Tourrettieae).  
494 *Flora Neotropica* 25: 1-130.

495 Gerrits, P.O.; Smid, L. 1983. A new, less toxic polymerization system for the  
496 embedding of soft tissue in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial  
497 section. *Journal of Microscopy*, 132: 81-85.

498 Gonçalves, L.A.; Barbosa, L.C.A.; Azevedo, A.A.; Casali, V.W.D. 2003.  
499 Produção e composição do óleo essencial de alfavaquinha (*Ocimum selloi* Benth) em  
500 resposta a dois níveis de radiação solar. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 6: 8-  
501 14.

502 Heil, M.; McKey, D. 2003. Protective ant-plant interactions as model systems  
503 in ecological and evolutionary research. *Annual Review of Ecology Evolution and*  
504 *Systematics* 34: 425-553.

505                   Johansen, D. A. *Plant microtechnique*. 2 ed. New York: McGraw Hill, 1940.

506                   Karousou, R.; Bosabalidis, A.M.; S. Kokkini. 1992. *Sideritis syriaca* ssp.  
507                   syriaca: glandular trichome structure and development in relation to systematics.  
508                   *Nordic Journal of Botany*, 12: 31-37.

509                   Keeler, K.H. 1985. Extrafloral nectaries on plants in communities without ants:  
510                   Hawaii. *Oikos*, 44: 407-414.

511                   Koptur, S.; Rico-Gray, V.; Palacios-Rios, M. 1998. Ant protection of the  
512                   nectaried fern *Polypodium plebeium* in central Mexico. *American Journal of Botany*,  
513                   85: 736-739

514                   Leitão, C.A.E.; Meira, R.M.S.A.; Azevedo, A.A.; Araújo, J.M. 2002.  
515                   Ontogenia dos nectários extraflorais de *Triumfetta semitriloba* (Tiliaceae). *Planta  
516                   Daninha*, 20: 343–351.

517                   Lillie, R. D. 1965. *Histopathologic technic and practical histochemistry*. 3 ed.  
518                   New York: McGraw Hill.

519                   Lopes, A.V; Vogel, S.; Machado, I.C. 2002. Secretory trichomes, a substitutive  
520                   floral nectar in *Lundia* A. DC. (Bignoniaceae), a genus lacking a functional disc. *Annals  
521                   of Botany* 90: 169–174.

522                   Maleci, L.B.; Servettaz, O. 1991. Morphology and distribution of trichomes  
523                   in Italian species of *Teucrium* sect. *Chamaedrys* (Labiatae) – a taxonomical evaluation.  
524                   *Plant Systematics and Evolution* 174: 83–91.

525 Morais-Filho, J. C.; Romero, G. Q. 2010. Plant glandular trichomes mediate  
526 protective mutualism in a spider-plant system. *Ecological Entomology* 35: 485- 494.

527 Lohmann, L.G. 2006. Untangling the phylogeny of neotropical lianas  
528 (Bignonieae, Bignoniaceae). *American Journal of Botany*, 93: 304-318.

529 Metcalfe, C.R.; Chalk, L. *Anatomy of the dicotyledons*. Clarendon, Oxford:  
530 1950.

531 Milanez, C .R.D.; Machado, S.R. 2011. SEM studies on the leaf indumentum  
532 of six Melastomataceae species from Brazilian Cerrado1 Microscopia eletrônica de  
533 varredura do indumento foliar de seis espécies de Melastomataceae do cerrado.  
534 *Rodriguesia*, 62: 203-212.

535 Nogueira, A. 2011. *Evolução e ecologia de tricomas em Bignonieae*  
536 (*Bignoniaceae*): estruturas morfológicas de defesa anti-herbivoria? 28-11-2011. 222f.  
537 Tese - Universidade de São Paulo, SP.

538 O'Brien, T. P.; McCully, M. E. 1965. Polychromatic staining of plant cell  
539 walls by toluidine blue. O. *Protoplasma*. 9: 368-373.

540 Oliveira, P.S; Freitas, A.V.L. 2004. Ant-plant-herbivore interactions in the  
541 neotropical cerrado savanna. *Die Naturwissenschaften*, 91: 557–570.

542 Parija, P.; Samal, K. 1936. Extra-floral nectaries in *Tecoma capensis* Lindl.  
543 *Proceedings of the Indian Academy of Sciences*, 241-246.

545 Rivera, G.L. 2000. Nuptial nectary structure of Bignoniaceae of argentina.

546 *Darwiniana*, 38: 227-239.

547 Robards, A.W. 1978. An introduction to techniques for scanning electron

548 microscopy of plant cells. In: HALL, J.L. (eds.). *Electron Microscopy and*

549 *Cytochemistry of Plant Cells*. New York: Elsevier.

550 Schenck, H. 1893. Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen, im

551 Besonderon der in Brasilien einheimischen Arten. Beiträge zur anatomie der lianen. In:

552 SCHIMPER, A.F. (ed.). *Botanische Mittheilungen aus den Tropen* 5. Gustav Fischer,

553 Jena.

554 Seibert, R.J. 1948. The use of glands in a taxonomi consideration of the family

555 Bignoniaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 35: 123-137.

556 Subramanian, R.; Bhagavathi, Inamdar, J.A. 1986. Nectaries in Bignonia

557 illicium L. - Ontogeny, structure and functions. *Proceedings of the Indian Academy of*

558 *Sciences* 96: 135-140.

559 Theobald, W.L.; Krahulik, J.L.; Rollins, R.C. 1979. Trichome Description and

560 Classification. In: Metcalfe, C.; Chalk, L. eds.). *Anatomy of the dicotyledons*. Oxford

561 University Press, Oxford.

562 Tresvenzol, L.M.F.; Fiuza, T.S.; Rezende, M.H.; Ferreira, H.D.; Bara, M.T.F.;

563 Zatta, D.T.; Paula, J.R. 2011. Morfoanatomia de Memora nodosa (Silva Manso) Miers,

564 Bginoniaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 20:833-842.

565 Solereder, H. *Systematic anatomy of dicotyledons*. Clarendon, Oxford, 1908.

566 Werker, E., Putievsky, E., Ravid, U. 1985. The Essential Oils and Glandular  
567 Hairs in Different Chemotypes of *Origanum vulgare* L. *Annals of Botany*, 55, 793-801.

568 Vilhena-Potiguara, R.C.; Aguiar-Dias, A.C.A.; Kikuchi, T.Y.S.; Santos,  
569 A.C.F.; Silva, R.J.F. 2012. Estruturas secretoras em cipó-d'alho (*Mansoa standleyi*  
570 (Steyermark.) A. H. Gentry, Bignoniaceae): ocorrência e morfologia. *Acta Amazonica*, 42:  
571 321-328.

572 Vesprini, J.L.; Galetto, L.; Bernardello, G. 2003. The beneficial effect of ants  
573 on the reproductive success of *Dyckia floribunda* (Bromeliaceae), an extrafloral nectary  
574 plant. *Canadian Journal of Botany*, 81: 24-27.

575

576 **2. CONCLUSÕES FINAIS**

577 Após as análises das regiões do eixo vegetativo aéreo das três espécies estudadas,  
578 podemos concluir que os tricomas glandulares presentes em *M. obovata*, *A.*  
579 *magnoliifolium* e *S. Riparium*, estão de acordo com o padrão descrito para a Tribo  
580 Bignonieae. Contudo, a maior parte das espécies estudadas, isto é, três quartos de todos  
581 os representantes da tribo, encontra-se totalmente desconhecida. Assim como os  
582 tricomas glandulares em *Maertinella obovata* foram descritos pela primeira vez no  
583 Gênero, pode ainda existir outros padrões ainda desconhecidos. Uma nova perspectiva  
584 de pesquisa abordando a função e natureza dos exsudados dos tricomas glandulares  
585 pode ampliar o conhecimento a cerca dessas estruturas secretoras para tribo Bignonieae  
586 e Bignoniaceae.

587

588 **ANEXO: NORMAS DA REVISTA Acta Amazonica**

589 Como parte do processo de submissão, os autores devem verificar a conformidade da  
590 submissão em relação a todos os itens listados a seguir. Submissões que não estejam de  
591 acordo com as normas são devolvidas aos autores.

592 1. O tamanho máximo de um arquivo individual deve ser 2 MB.

593 2. O manuscrito deve ser acompanhado de uma carta de submissão indicando que: a) os  
594 dados contidos no trabalho são originais e precisos; b) que todos os autores participaram  
595 do trabalho de forma substancial e estão preparados para assumir responsabilidade  
596 pública pelo seu conteúdo; c) a contribuição apresentada à Revista não foi previamente  
597 publicada e nem está em processo de publicação, no todo ou em arte em outro veículo  
598 de divulgação. A carta de submissão deve ser carregada no sistema da Acta Amazonica  
599 como "documento suplementar".

600 3. Os manuscritos são aceitos em português, espanhol e inglês, mas encorajam-se  
601 contribuições em inglês. A veracidade das informações contidas numa submissão é de  
602 responsabilidade exclusiva dos autores.

603 4. A extensão máxima para artigos e revisões é de 30 páginas (ou 7500 palavras,  
604 excluindo a folha de rosto), dez páginas (2500 palavras) para Notas Científicas e cinco  
605 páginas para outros tipos de contribuições.

606 5. Os manuscritos formatados conforme as Instruções aos Autores são enviados aos  
607 editores associados para pré-avaliação. Neste primeiro julgamento são levados em  
608 consideração a relevância científica, a inteligibilidade do manuscrito e o escopo no  
609 contexto amazônico. Nesta fase, contribuições fora do escopo da Revista ou de pouca  
610 relevância científica são rejeitadas. Manuscritos aprovados na pré-avaliação são  
611 enviados para revisores (pelo menos dois), especialistas de instituições diferentes  
612 daquelas dos autores, para uma análise mais detalhada.

613 6. Uma contribuição pode ser considerada para publicação, se tiver recebido pelo menos  
614 dois pareceres favoráveis no processo de avaliação. A aprovação dos manuscritos está  
615 fundamentada no conteúdo científico e na sua apresentação conforme as Normas da  
616 Revista.

617 7. Os manuscritos que necessitam correções são encaminhados aos autores para revisão.  
618 A versão corrigida deve ser encaminhada ao Editor, via sistema da Revista, no prazo de  
619 DUAS semanas. Uma carta de encaminhamento deve ser também carregada no sistema  
620 da Revista, detalhando as correções efetuadas. Nessa carta, recomendações não  
621 incorporadas ao manuscrito devem ser explicadas. Todo o processo de avaliação pode  
622 ser acompanhado no endereço, <http://mc04.manuscriptcentral.com/aa-scielo>.

623 8. Seguir estas instruções para preparar e carregar o manuscrito:

624 a. Folha de rosto (Title page): Esta página deve conter o título, nomes (com último  
625 sobrenome em maiúscula), endereços institucionais completos e endereços eletrônicos  
626 dos autores. Os nomes das instituições não devem ser abreviados. Usar um asterisco (\*)  
627 para indicar o autor correspondente.

628 **Carregar este arquivo selecionando a opção: "Title page"**

629 b. Corpo do manuscrito (main document). O corpo do manuscrito deve ser organizado  
630 da seguinte forma: Título, Resumo, Palavras-Chave, Introdução, Material e Métodos,  
631 Resultados, Discussão, Agradecimentos, Bibliografia Citada, Legendas de figuras e  
632 Tabelas. Para submissões em português ou espanhol incluir: título, resumo e palavras-  
633 chave em inglês.

634 **Carregar este arquivo como "Main document".**

635 c. Figuras. São limitadas a sete em artigos. Cada figura deve ser carregada em arquivo  
636 separado e estar em formato gráfico (JPG ou TIFF). Deve ser em alta qualidade e com  
637 resolução de 300 dpi. Para ilustrações em bitmap, utilizar 600 dpi.

638 **Carregar cada um destes arquivos como "Figure".**

639 d. Tabelas. São permitidas até cinco tabelas por artigo. Utilizar espaço simples e a  
640 função "tabela" para digitar a tabela. As tabelas podem ser carregadas como arquivos  
641 separados OU inseridas no corpo do manuscrito (main document) após as legendas das  
642 figuras.

643 9. As Notas Científicas são redigidas separando os tópicos (i.e. Introdução, Material e  
644 Métodos, Resultados, Discussão) em parágrafos, mas sem incluir os títulos das seções.  
645 Notas Científicas, como no caso do artigo, também devem conter: Título, Nomes e  
646 endereços institucionais e eletrônicos dos autores, Resumo, Palavras-Chave e os tópicos  
647 do artigo completo incluindo título em inglês, abstract e keywords. São permitidas até  
648 três figuras e duas tabelas. Carregar as diferentes partes do manuscrito como descrito no  
649 Item 8.

650 10. Nomes dos autores e endereço institucional completo, incluindo endereço  
651 electrónico DEVEM ser cadastrados no sistema da Revista no ato da submissão.

652 11. IMPORTANTE: Os manuscritos não formatados conforme as Normas da Revista  
653 NÃO são aceitos para publicação.

654 **FORMATO E ESTILO**

655 12. Os manuscritos devem ser preparados usando editor de texto (e.g. doc ou docx),  
656 utilizando fonte "Times New Roman", tamanho 12 pt, espaçamento duplo, com margens  
657 de 3 cm. As páginas e as linhas devem ser numeradas de forma continua. Para tabelas  
658 ver Item 8d.

659 13. Título. Justificado à esquerda, com a primeira letra maiúscula. O título deve ser  
660 conciso evitando-se o uso de nomes científicos.

661 14. Resumo. Deve conter até 250 palavras (150 palavras no caso de Notas Científicas),  
662 deve conter de forma sucinta, o objetivo, a metodologia, os resultados e as conclusões  
663 enfatizando aspectos importantes do estudo. O resumo deve ser autossuficiente para a  
664 sua compreensão. Os nomes científicos das espécies e demais termos em latim devem  
665 ser escritos em itálico. Siglas devem ser evitadas nesta seção; porém, se necessárias, o  
666 significado deve ser incluído. Não utilizar referências bibliográficas no resumo.

667 15. Palavras-chave. Devem ser em número de três a cinco. Cada palavra-chave pode  
668 conter dois ou mais termos. Porém, não devem ser repetidas palavras utilizadas no  
669 título.

670 16. Introdução. Enfatizar o propósito do trabalho e fornecer, de forma sucinta, o estado  
671 do conhecimento sobre o tema em estudo. Especificar claramente os objetivos ou  
672 hipóteses a serem testados. Esta seção não deve exceder de 35 linhas. Não incluir  
673 resultados ou conclusões e não  
674 utilizar subtítulos na Introdução.

675 17. Material e Métodos. Esta seção deve ser organizada cronologicamente e explicar os  
676 procedimentos realizados, de tal modo que outros pesquisadores possam repetir o  
677 estudo. O procedimento estatístico utilizado deve ser descrito nesta seção. O tipo de  
678 análise estatística aplicada aos dados deve ser descrita. Procedimentos-padrão devem  
679 ser apenas referenciados. As unidades de medidas e as suas abreviações devem seguir o  
680 Sistema Internacional e, quando necessário, deve constar uma lista com as abreviaturas  
681 utilizadas. Equipamento específico utilizado no estudo deve ser descrito (modelo,  
682 fabricante, cidade e país de fabricação, entre parênteses). Por exemplo: "A fotossíntese  
683 foi determinada usando um sistema portátil de trocas gasosas (Li-6400, Li-Cor, Lincoln,  
684 NE, USA)". Material testemunho (amostra para referência futura) deve ser depositado  
685 em uma ou mais coleções científicas e informado no manuscrito. NÃO utilizar sub-  
686 subtítulos nesta seção. Utilizar negrito, porém não itálico ou letras maiúsculas para os  
687 subtítulos.

688 18. Aspectos éticos e legais. Para estudos que exigem autorizações especiais (e.g.  
689 Comitê de Ética/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP, IBAMA, CNTBio,  
690 INCRA/FUNAI, EIA/RIMA, outros) informar o número do protocolo e a data de  
691 aprovação. É responsabilidade dos autores o cumprimento da legislação específica  
692 relacionada a estes aspectos.

693 19. Resultados. Os resultados devem apresentar os dados obtidos com o mínimo  
694 julgamento pessoal. Não repetir no texto toda a informação contida em tabelas e figuras.  
695 Algarismos devem estar separados de unidades. Por exemplo, 60 °C e NÃO 60° C,  
696 exceto para percentagem (e.g., 5% e NÃO 5 %). Utilizar unidades e símbolos do  
697 Sistema Internacional e simbologia exponencial. Por exemplo, cmol kg<sup>-1</sup> em vez de  
698 meq/100g. Não apresentar a mesma informação (dados) em tabelas e figuras  
699 simultaneamente. Não utilizar sub-subtítulos nesta seção.

700 20. Discussão. A discussão deve ter como alvo os resultados obtidos. Evitar mera  
 701 especulação. Entretanto, hipóteses bem fundamentadas podem ser incorporadas. Apenas  
 702 referências relevantes devem ser incluídas. As conclusões devem conter uma  
 703 interpretação sucinta dos resultados e uma mensagem final que destaque as implicações  
 704 científicas do trabalho. As conclusões podem ser apresentadas como um tópico separado  
 705 ou incluídas no final da seção Discussão.

706 21. Agradecimentos devem ser breves e concisos. **Incluir agência(s)** de fomento. NÃO  
 707 abreviar nomes de instituições.

708 22. Bibliografia Citada. Pelo menos 70% das referências devem ser artigos de  
 709 periódicos científicos. As referências devem ser preferencialmente dos últimos 10 anos,  
 710 evitando-se exceder 40 citações. Esta seção deve ser organizada em ordem alfabética e  
 711 deve incluir apenas citações mencionadas no manuscrito. Para referencias com mais de  
 712 dez autores, relacionar os seis primeiros seguido de *et al.* Nesta seção, o título do  
 713 periódico NÃO deve ser abreviado. Observar os exemplos abaixo:

714 **a) Artigos de periódicos:**

715 Walker, I. 2009. Omnivory and resource - sharing in nutrient - deficient Rio Negro  
 716 waters: Stabililization of biodiversity? *Acta Amazonica*, 39: 617-626.

717 Alvarenga, L.D.P.; Lisboa, R.C.L. 2009. Contribuição para o conhecimento da  
 718 taxonomia, ecologia e fitogeografia de briófitas da Amazônia Oriental. *Acta Amazonica*,  
 719 39: 495-504.

720 **b) Dissertações e teses:**

721 Ribeiro, M.C.L.B. 1983. *As migrações dos jaraquís (Pisces: Prochilodontidae) no rio*  
 722 *Negro, Amazonas, Brasil.* Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da  
 723 Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 192p.

724 **c) Livros:**

725 Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. 1980. *Principles and procedures of statistics: a biometrical*  
 726 *approach.* 2da ed. McGraw-Hill, New York, 1980, 633p.

727 **d) Capítulos de livros:**

728 Absy, M.L. 1993. Mudanças da vegetação e clima da Amazônia durante o Quaternário.  
 729 In: Ferreira, E.J.G.; Santos, G.M.; Leão, E.L.M.; Oliveira, L.A. (Ed.). *Bases científicas*  
 730 *para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia.* v.2. Instituto  
 731 Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p.3-10.

732 **e) Citação de fonte eletrônica:**

733 CPTEC, 1999. Climanalise, 14: 1-2 ([www.cptec.inpe.br/products/climanalise](http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise)). Acesso  
 734 em 19/05/1999.

735 **f) Citações com mais de dez autores:**

736 Tseng, Y.-H.; Kokkotou, E.; Schulz, T.J.; Huang, T.L.; Winnay, J.N.; Taniguchi, C.M.;  
 737 *et al.* 2008. New role of bone morphogenetic protein 7 in brown adipogenesis and  
 738 energy expenditure. *Nature*, 454:1000-1004.

739 23. Citações de referencias no texto. As referências devem seguir ordem cronológica.  
 740 Para duas ou mais referências do mesmo ano citar conforme a ordem alfabética.  
 741 Exemplos:

742 **a) Um autor:**

743 Pereira (1995) ou (Pereira 1995).

744 **b) Dois autores:**

745 Oliveira e Souza (2003) ou (Oliveira e Souza 2003).

746 **c) Três ou mais autores:**

747 Rezende *et al.* (2002) ou (Rezende *et al.* 2002).

748 **d) Citações de anos diferentes (ordem cronológica):**

749 Silva (1991), Castro (1998) e Alves (2010) ou (Silva 1991; Castro 1998; Alves 2010).

750 **e) Citações no mesmo ano (ordem alfabética):**

751 Ferreira *et al.* (2001) e Fonseca *et al.* (2001); ou (Ferreira *et al.* 2001; Fonseca *et al.*  
 752 2001).

## 753 **FIGURAS**

754 24. Fotografias, desenhos e gráficos devem ser de alta resolução, em preto e branco com  
 755 alto contraste, numerados sequencialmente em algarismos arábicos. NÃO usar  
 756 tonalidades de cinza em gráficos de dispersão (linhas ou símbolos) ou gráficos de barra.  
 757 Em gráfico de dispersão usar símbolos abertos ou sólidos (círculos, quadrados,  
 758 triângulos, ou losangos) e linhas em preto (contínuas, pontilhadas ou tracejadas). Para  
 759 gráfico de barra, usar barras pretas, bordas pretas, barras listradas ou pontilhadas. Na  
 760 borda da área de plotagem utilizar uma linha contínua e fina, porém NÃO usar uma  
 761 linha de borda na área do gráfico. Em figuras compostas cada uma das imagens  
 762 individuais deve ser identificada com uma letra maiúscula posicionada no canto  
 763 superior direito, dentro da área de plotagem.

764 25. Evitar legendas desnecessárias na área de plotagem. Nos títulos dos eixos ou na área  
 765 de plotagem NÃO usar letras muito pequenas (< tamanho 10 pt). Nos eixos usar marcas  
 766 de escala internas. NÃO usar linhas de grade horizontais ou verticais, exceto em mapas  
 767 ou ilustrações similares. O significado das siglas utilizadas deve ser descrito na legenda

768 da figura. Cada eixo do gráfico deve ter o seu título e a unidade. Evitar muitas  
769 subdivisões nos eixos (cinco a seis seriam suficientes). Em mapas incluir escala e pelo  
770 menos um ponto cardeal.

771 26. As figuras devem ser elaboradas de forma compatível com as dimensões da Revista,  
772 ou seja, largura de uma coluna (8 cm) ou de uma página 17 cm e permitir espaço para a  
773 legenda. As ilustrações podem ser redimensionadas durante o processo de produção  
774 para adequação ao espaço da Revista. Na figura, quando for o caso, a escala deve ser  
775 indicada por uma barra (horizontal) e, se necessário, referenciadas na legenda da figura.  
776 Por exemplo, barra = 1 mm.

777 27. Citação de figuras no texto. As figuras devem ser citadas com letra inicial  
778 maiúscula, na forma direta ou indireta (entre parêntesis). Por exemplo: Figura 1 ou  
779 (Figura 1). Na legenda, a figura deve ser numerada seguida de ponto antes do título. Por  
780 exemplo: "Figura 1. Análise...". Definir na legenda o significado de símbolos e siglas  
781 usados. Figuras devem ser autoexplicativas.

782 28. Figuras de outras autorias. Para figuras de outras autorias ou publicadas  
783 anteriormente, os autores devem informar explicitamente no manuscrito que a  
784 permissão para reprodução foi concedida. Carregar no sistema da Revista (não para  
785 revisão), como documento suplementar, o comprovante outorgado pelo detentor dos  
786 direitos autorais.

787 29. Adicionalmente às figuras inseridas no sistema em formato TIFF ou JPG, os  
788 gráficos preparados usando Excel ou SigmaPlot podem ser carregados como arquivos  
789 suplementares (selecionando a opção Not for review).

790 30. Ilustrações coloridas. Fotografias e outras ilustrações devem ser preferencialmente  
791 em preto e branco. Ilustrações coloridas são aceitas, mas o custo de impressão é por  
792 conta dos autores. Sem custo para os autores, podem ser usadas ilustrações em preto e  
793 branco na versão impressa e coloridas na versão eletrônica. Nesse caso, isso deve ser  
794 informado na legenda da figura. Por exemplo, adicionando a sentença: "Esta figura é  
795 colorida na versão eletrônica". Esta última informação é para os leitores da versão  
796 impressa.

797 31. Os autores podem ser convidados a enviar uma fotografia colorida, para ilustrar a  
798 capa da Revista. Nesse caso, não há custos para os autores.

## 799 **TABELAS**

800 32. As tabelas devem ser organizadas e numeradas sequencialmente com algarismos  
801 arábicos. A numeração e o título (legenda) devem estar em posição superior à tabela. A  
802 tabela pode ter notas de rodapé. O significado das siglas e dos símbolos utilizados na  
803 tabela (cabeçalhos, etc.) devem ser descritos no título. Usar linhas horizontais acima e  
804 abaixo da tabela e para separar o cabeçalho do corpo da tabela. Não usar linhas  
805 verticais.

806 33. As tabelas devem ser elaboradas em editor de texto (e.g. doc ou docx) e não devem  
807 ser inseridas no texto como imagem (e.g. no formato JPG).

808 34. A citação das tabelas no texto pode ser na forma direta ou indireta (entre parêntesis),  
809 por extenso, com a letra inicial maiúscula. Por exemplo: Tabela 1 ou (Tabela 1). Na  
810 legenda, a tabela deve ser numerada seguida de ponto antes do título: Por exemplo:  
811 "Tabela 1. Análise...". Tabelas dever ser autoexplicativas.

812 **INFORMAÇÕES** **ADICIONAIS**

813  
814 1. A Acta Amazonica pode efetuar alterações de formatação e correções gramaticais no  
815 manuscrito para ajustá-lo ao padrão editorial e linguístico. As provas finais são enviadas  
816 aos autores para a verificação. Nesta fase, apenas os erros tipográficos e ortográficos  
817 podem ser corrigidos. Nessa etapa, NENHUMA alteração de conteúdo pode ser feita no  
818 manuscrito. Se isso for necessário o manuscrito deve retornar ao processo de avaliação.

819 2. A Acta Amazonica não cobra taxas para publicação. Informações adicionais podem  
820 ser obtidas por e-mail [acta@inpa.gov.br](mailto:acta@inpa.gov.br). Para informações sobre um determinado  
821 manuscrito, deve-se fornecer o número de submissão.

822 3. As assinaturas da Acta Amazonica podem ser pagas com cheque ou vale postal. Para  
823 o exterior, a assinatura institucional custa US\$ 100,00 e a assinatura individual US\$  
824 75,00. Para contato: [acta@inpa.gov.br](mailto:acta@inpa.gov.br). Tel.: (55 92) 3643-3643 ou fax: (55 92) 3643-  
825 3029.