



**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**



**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, 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**

---

**Prof<sup>a</sup>.Dra. Michaelae 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**

---

**Prof<sup>a</sup>. 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 secretária 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 Bignoniaceae. 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 Bignoniaceae, 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 Bignoniaceae, 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 Bignoniaceae 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 Genève*. Genève, 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 Turretiaceae. *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.iplants.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 Bignoniaceae (Bignoniaceae): estruturas morfológicas de defesa anti-herbivoria?* Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLMSTEAD, R.G., M.L. ZHURA, 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 Besonderen 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. Ueber 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:**

**ACTA  
AMAZONICA**



## 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): *Stizophrillum 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 perfis 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 Bignoniaceae. 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 carácter 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

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

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

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

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

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

## MATERIAL E MÉTODOS

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

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

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

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

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

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

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

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

## RESULTADOS

### Observações de campo

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

124 pertencem ao Gênero *Camponotus* (Figura BD). Na região dos perfis 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 perfis 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

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

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

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

### **Tricoma Glandular Capitado e Estipitado**

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

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



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

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

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

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

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

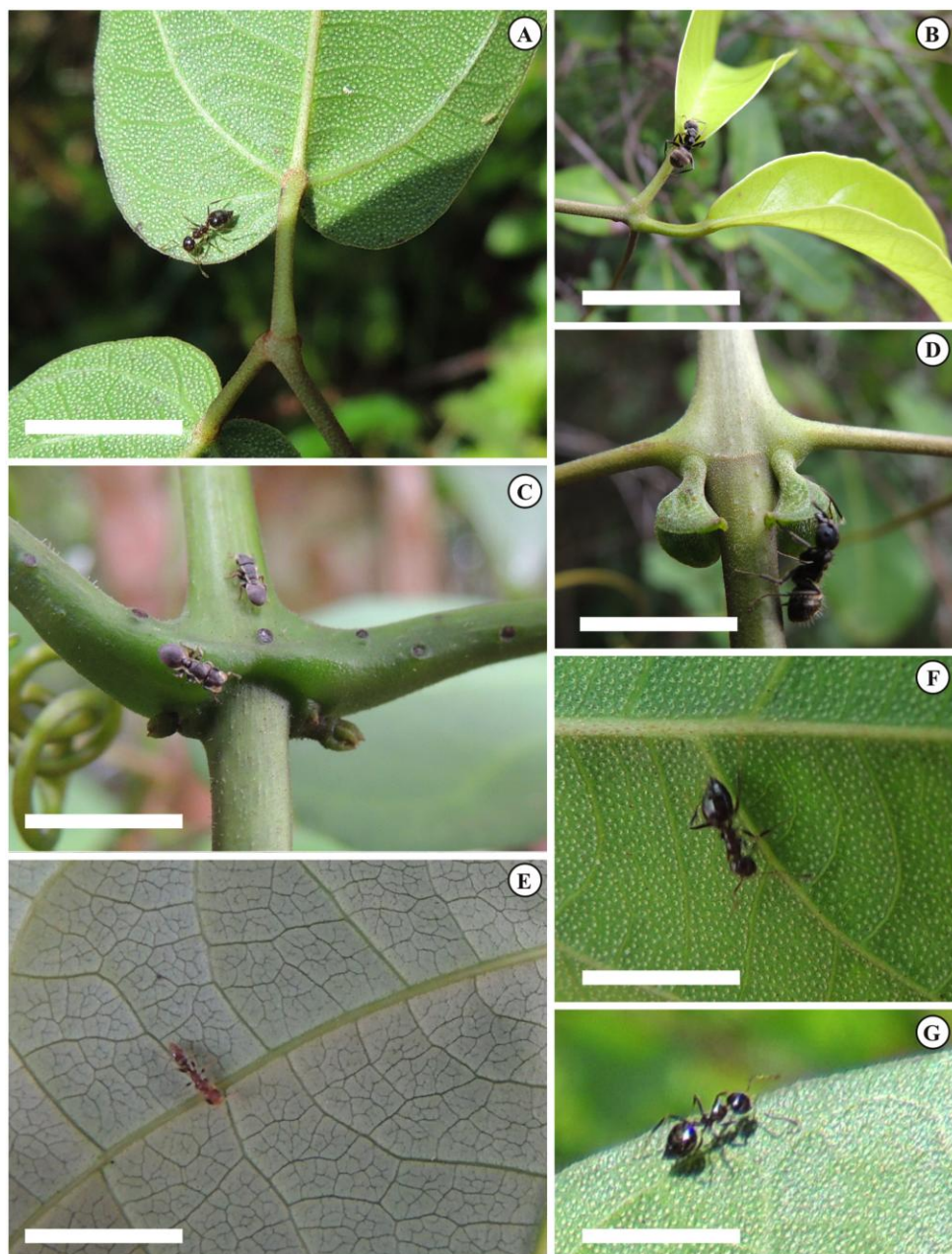
### **Tricoma Pateliforme/Cupuliforme**

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

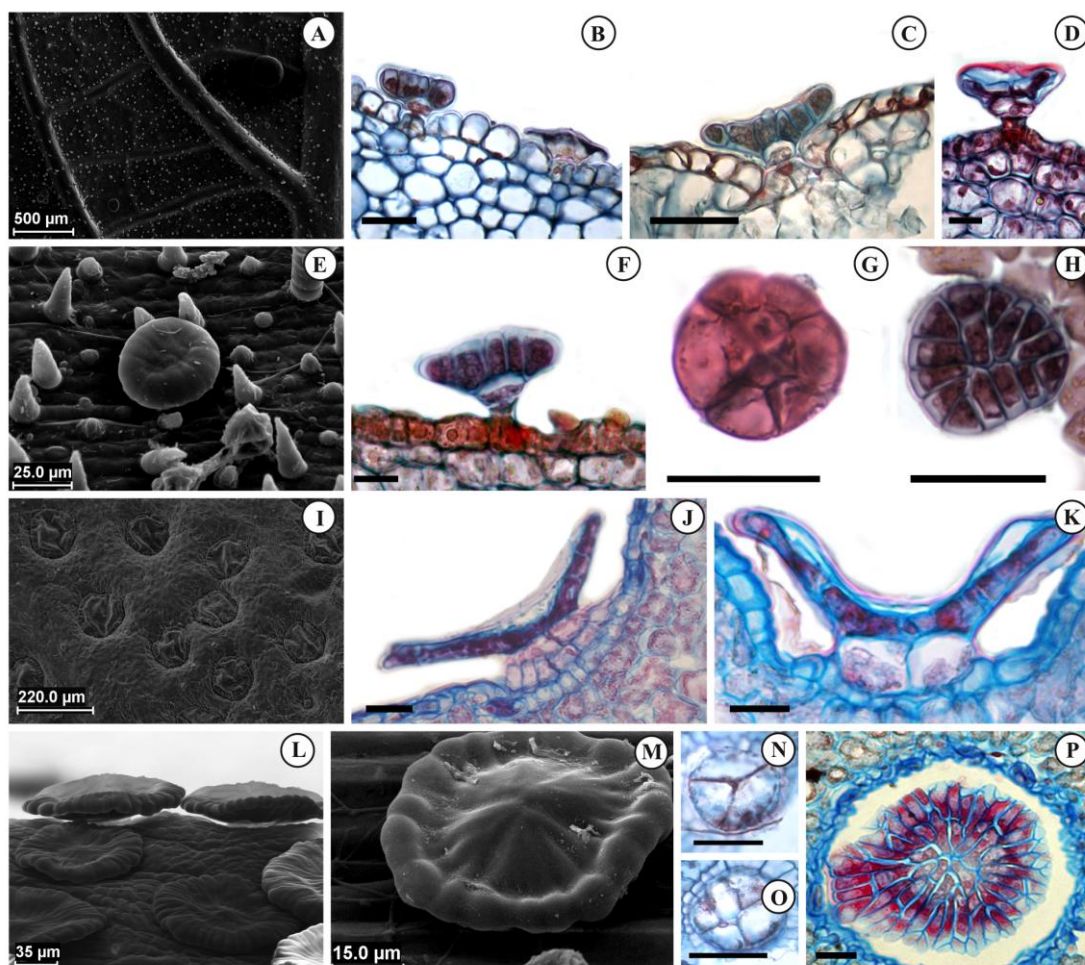
As células do pedúnculo podem apresentar uma única célula arredondada com grande volume (Figura 4B), ou de uma a duas camadas de células cuboidais (Figura 4C, E, F e M). As células basais estão dispostas junto à epiderme na qual o tricoma está inserido.

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

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

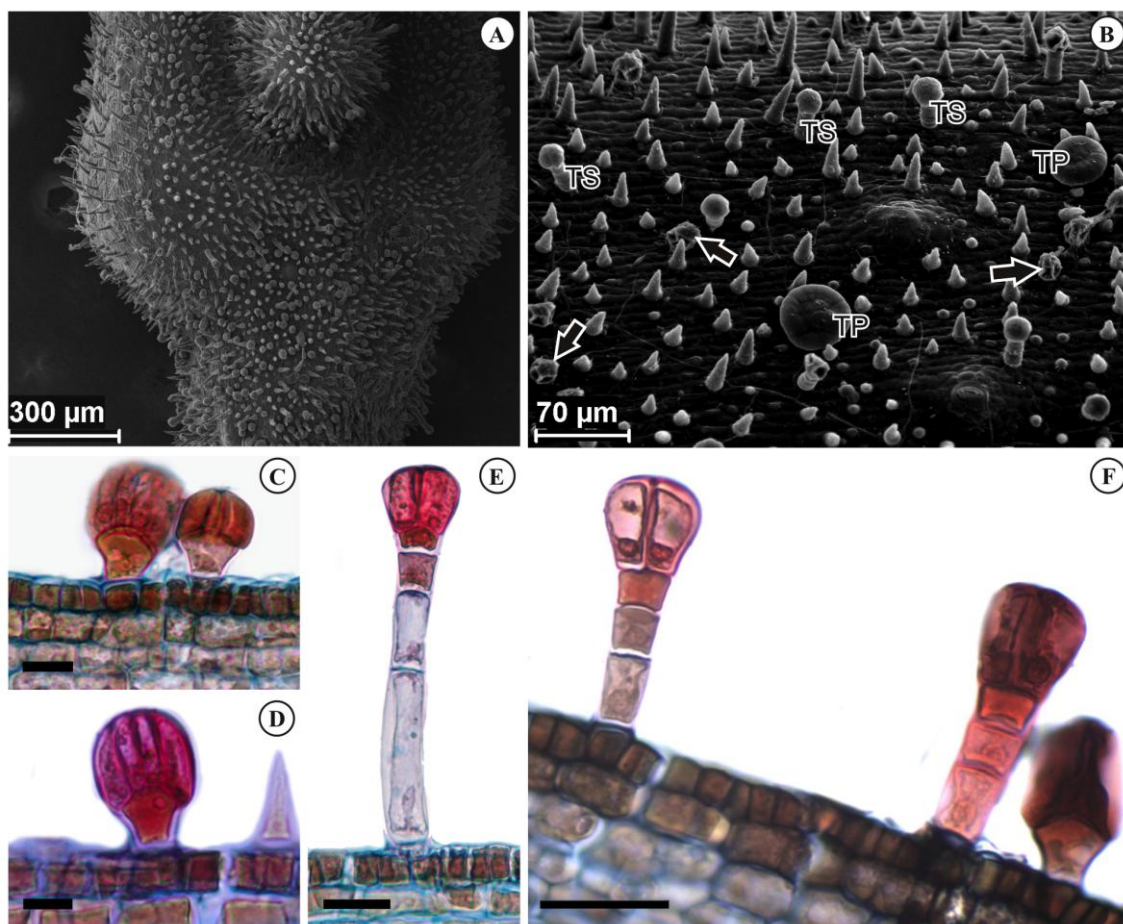


**Figura 1.** Formigas forrageando as regiões dos perfis das gemas axilares, lâmina foliolar e pecíolos. **A, F, G:** *S. Riparium*. **B e D:** *A. magnoliifolium*. **C e E:** *M. obovata*. **D:** formigas na região dos perfis das gemas axilares. **C:** notar os tricomas pateliformes na região nodal e peciolar. **A, F e G:** região abaxial de *S. Riparium*, notar a região pontuada chamada glândulas pelúcidas. **B e D** formigas do gênero *Crematogaster*. **A, F e G:** formigas do gênero *Dolichandronia*. **C:** formiga do gênero *Cephalotes*. **E:** formiga pertencente ao gênero *Myrcinanae*. Barras: 1cm.



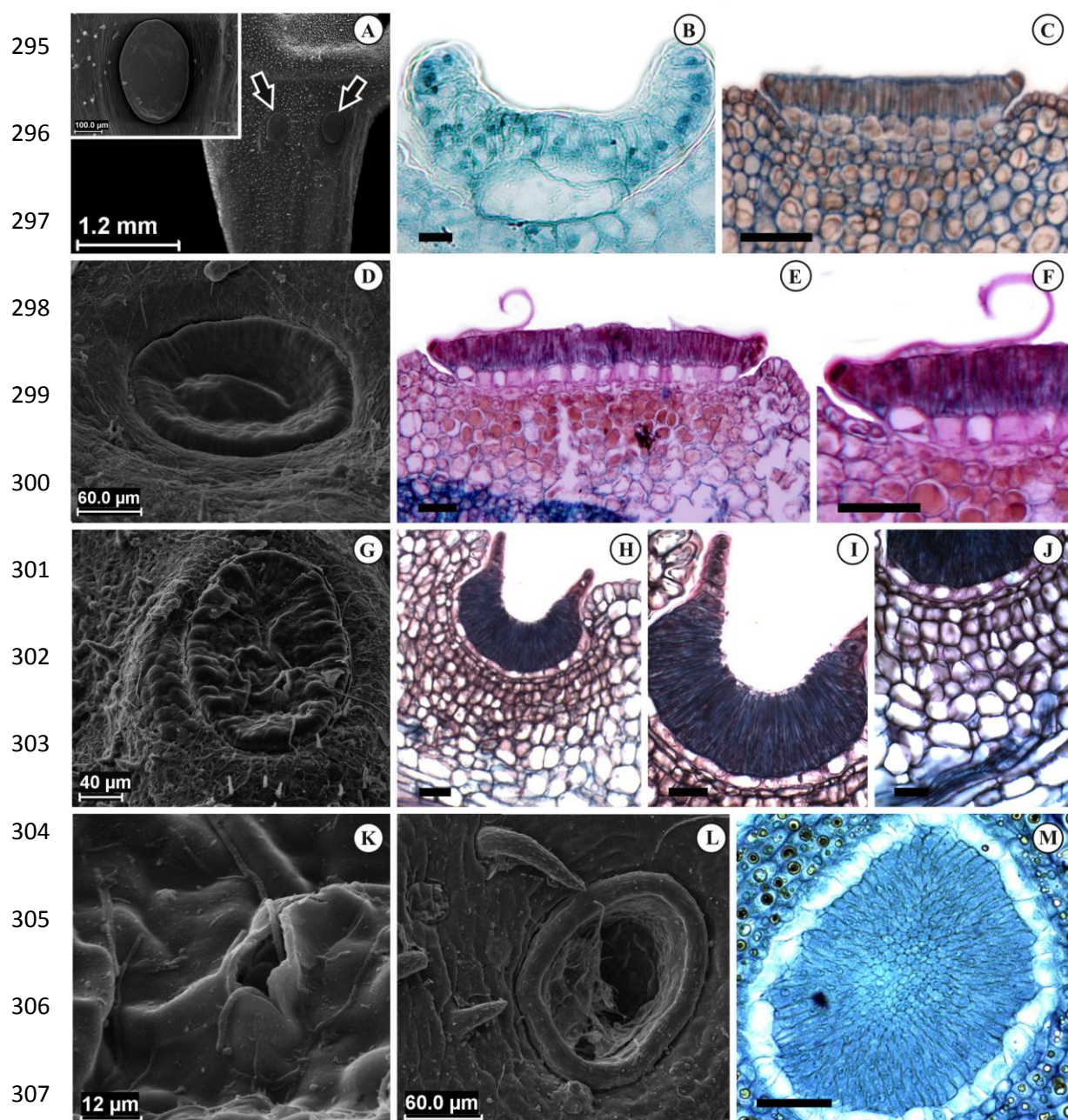
**Figura 2.** Diversidade morfológica dos tricomas peltados ao longo dos órgãos vegetativos aéreos em *M. obovata*, *S. riparium* e *A. magnoliifolium*. Eletromicrografias de varredura: **A, E, I, L e M.** Micrografias de luz: **B-D, F-H, J-K e N-P.** **B, C, D, F e K:** secção transversal evidenciando 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 = 20µm





**Figura 3.** Tricomas capitados e estipitados em *Martinella obovata*. **A e B:** eletromicrografias de varredura. **C-F:** micrografias de luz, evidenciando os dois tipos de

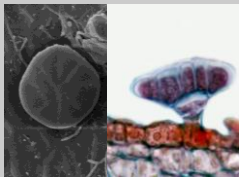
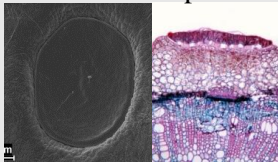
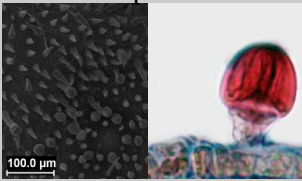
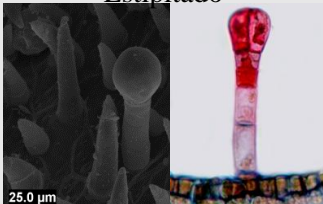
Em **A**, notar os tricomas densamente distribuídos ao longo do primeiro nó. Notar em **B** a distribuição dos tricomas capitados (seta), tricomas estipitados (TS) e tricomas peltados (TP). **C-D:** tricomas capitados. **E:** tricomas estipitados. **F:** tricomas estipitados e capitados. **C e D:** observar que o pedúnculo do tricoma apresenta somente uma única célula. **E-F:** o pedúnculo é formado por três células. Em **E** o tricoma estipitado se encontra em fase final de desenvolvimento em que as células do pedúnculo estão completamente expandidas e o conteúdo citoplasmático presente na cabeça glandular se apresenta denso, indicando a fase secretora. Barra = 20μm.



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

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

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

Tipos	Espécies		
	M.obovata	S. riparium	A.magnoliifolium
Peltado 	X	X	X
Pateliforme/Cupuliforme 	X	X	X
Capitado 	X		
Estipitado 	X		



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

## DISCUSSÃO

### Tricomas glandulares peltados

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Em locais de climas tropicais esses tricomas pateliformes/cupuliformes 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, perfilos 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.magnoliffolium*.

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

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

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

## REFERÊNCIAS

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

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

Ascensão, L. A; Figueiredo, J.G.; Barroso, L.G.; Pedro, J.; Schriepsema, S.G.; Deans, J.J.; Scheffer. 1998. *Plectranthus madagascariensis*: morphology of the glandular trichomes, essential oil composition and its biological activity. *International 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 pungnancious  
468 bodyguards. *Ecology*, 8: 407-427.
- 469 Bureau, E. 1864. *Monographie des Bignoniacées*. Dissertation. Paris, p.164-  
470 169.
- 471 Bureau E; Schumann K. 1897. Bignoniaceae. 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-Caesalpinioideae) 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 Genève*. Genève, 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* (Bignoniaceae). *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 polimerization 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 Medicinai*s, 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 distribu- tion 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   (Bignoniaceae, Bignoniaceae). *American Journal of Botany*, 93: 304-318.
- 529           Metcalf, 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 Bignoniaceae*  
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.
- 544

- 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   Besonderen 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           Solereeder, H. *Systematic anatomy of dicotyledons*. Clarendon, Oxford, 1908.

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

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

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

## 2. CONCLUSÕES FINAIS

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

**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 parte 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**FORMATO E ESTILO**

12. Os manuscritos devem ser preparados usando editor de texto (e.g. doc ou docx), utilizando fonte "Times New Roman", tamanho 12 pt, espaçamento duplo, com margens de 3 cm. As páginas e as linhas devem ser numeradas de forma contínua. Para tabelas 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,  $\text{cmol kg}^{-1}$  em vez de  
698 meq/100g. Não apresentar a mesma informação (dados) em tabelas e figuras  
699 simultaneamente. Não utilizar sub-subtítulos nesta seção.

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

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

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

**a) Artigos de periódicos:**

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

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

**b) Dissertações e teses:**

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

**c) Livros:**

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

**d) Capítulos de livros:**

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

**e) Citação de fonte eletrônica:**

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



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

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

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

**a) Um autor:**

Pereira (1995) ou (Pereira 1995).

**b) Dois autores:**

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

**c) Três ou mais autores:**

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

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

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

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

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

**FIGURAS**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **TABELAS**

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