

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

JÉSSICA MAURA CUNHA SANTANA

**ANÁLISE ESTRUTURAL E MICROMORFOLÓGICA DA LÂMINA FOLIAR DE
POPULAÇÕES DE *Guadua* Kunth (POACEAE: BAMBUSOIDEAE:
GUADUINAE) OCORRENTES NO BRASIL**

Brasília
Janeiro de 2017

JÉSSICA MAURA CUNHA SANTANA

**ANÁLISE ESTRUTURAL E MICROMORFOLÓGICA DA LÂMINA FOLIAR DE
POPULAÇÕES DE *Guadua* Kunth (POACEAE: BAMBUSOIDEAE:
GUADUINAE) OCORRENTES NO BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito à obtenção do grau de Mestre em Botânica. Programa de Pós-Graduação em Botânica, Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Dalva Graciano-Ribeiro

Brasília
Janeiro de 2017

JÉSSICA MAURA CUNHA SANTANA

**ANÁLISE ESTRUTURAL E MICROMORFOLÓGICA DA LÂMINA FOLIAR DE
POPULAÇÕES DE *Guadua* Kunth (POACEAE: BAMBUSOIDEAE:
GUADUINAE) OCORRENTES NO BRASIL**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Botânica, e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade de Brasília.

Aprovado em 26 de Janeiro de 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Dalva Graciano Ribeiro (Orientadora)

Prof^a. Dr^a. Sílvia Dias da Costa Fernandes (Membro titular)

Prof. Dr. Marcos José da Silva (Membro titular)

Prof. Dr. Thomas C. Rhys Williams (Membro suplente)

A meus pais João Vicente da Cunha e Maria de Lourdes
Mariano Cunha que nunca mediram esforços para que eu
sempre pudesse alcançar meus objetivos, e por todos os
ensinamentos para encarar a vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre presente cuidando de mim e de minha família. À Prof^a. Dalva Graciano Ribeiro, por ter acreditado em mim desde o nosso primeiro encontro e aceitado me orientar mesmo sem me conhecer muito bem. Por todos os ensinamentos, tanto profissionais quanto pessoais transmitidos, pela compreensão, paciência (essa ela teve muita rs!), conversas construtivas, preocupação, apoio e amizade. Muito obrigada! À Universidade de Brasília e ao Programa de Pós-graduação em Botânica pela oportunidade do curso; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa concedida. À Universidade Federal de Goiás, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal, por me receber como “aluna” durante esses dois longos anos de pesquisa, e por disponibilizar o carro para todas as coletas. À Rede Bambu Goiás, pelo apoio financeiro na realização das coletas. Aos meus pais, pelo amor incondicional, confiança, incentivo e principalmente apoio em todas as etapas de minha vida. Obrigado por sempre estarem presentes e dispostos a ajudar no que fosse preciso. Ao meu esposo Erinaldo Júnior pelo amor, paciência, apoio e perseverança, pelas palavras de conforto e pelo ombro todas as vezes que me senti perdida. Aos meus irmãos: George André da Cunha, Lisandra Carolina da C. de Oliveira, e Laise Cristiane da C. Bassani pela constante preocupação, cumplicidade, apoio e confiança em todos os momentos e por sempre acreditarem que eu seria capaz. Aos meus cunhados: Eriton Carneiro de Oliveira, André Bassani Correia, Ednaldo Gomes Santana, Karla Cristina Santana e Eliomaria Gomes Santana pelas palavras de apoio, e por sempre me incentivarem a seguir firme em meus propósitos. Aos meus sobrinhos: Enzo, Melissa, Maurício e João Miguel, mesmo sendo tão pequenos me proporcionaram tantas alegrias nos poucos momentos em que pude visitá-los (a titia Keka ama vocês). Aos meus tios Filomena de Oliveira e Divino de Oliveira por serem meus maiores incentivadores aqui nessa cidade, por me receberem de braços abertos em sua casa, também por todas as orações e caronas. Aos professores do Departamento de Biodiversidade Vegetal da Universidade Federal de Goiás, pelo apoio e auxílio mesmo eu sendo aluna de outro programa. Aos amigos Diacis Alvarenga e Paulo R. Faria pelo apoio com as coletas, e por toda a

diversão proporcionada durante as mesmas. À Silvia D. C. Fernandes, obrigada pelo apoio, ensinamentos, ajuda com a microscopia eletrônica e por sempre contribuir com meu trabalho. Ao Bruno pelo gigantesco apoio com as análises estatísticas, conselhos, amizade, e por sempre estar disposto a me ajudar. Aos meus amigos da UFG Priscila, Camila, Gustavo, Daniel, Jennifer, Juliane, Maria Eunice e Letícia pela cumplicidade e pelos momentos de diversão e descontração, em especial à Elifaete pelas conversas, desabafos e apoio. À Ana Fabrícia por me receber em sua casa nas idas à Brasília, pela amizade conversas, apoio e incentivo. À Jéssika P. Vieira e Marcos Schliewe pela amizade e principalmente apoio com minhas correrias burocráticas dentro da UnB. Ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) da Vila Canaã pela oportunidade de trabalho nesse finalzinho de mestrado, em especial à minha coordenadora Adriana A. de Carvalho por sempre me liberar as vezes que precisei e por acreditar na minha competência como profissional. E a todos aqueles que estiveram direta ou indiretamente presente durante a execução deste trabalho. Peço desculpas se deixei alguém de fora, mas saibam que sou grata a todos.

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois, o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”.

Josué 1:9

LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO 01

Figura 01: Superfície foliar das populações de *Guadua* estudadas evidenciando a face adaxial. **a:** *G. cf magna*; **b:** *G. cf refracta*; **c:** *G. chacoensis*; **d:** *G. magna*; **e:** *G. paniculata*; **f:** *G. refracta*; **g:** *G. sp 01*; **h:** *G. sp 02*; **i:** *G. sp 03*; **j:** *G. virgata*. **cb:** células buliformes; **es:** estômato; **cs:** célula silicificada. **cl:** célula longa; **mt:** macrotricoma; **mi:** microtricoma; **ep:** espinho; **gn:** gancho. Aumento: 100µm. 49

Fura 02: Figura 02: Superfície foliar das populações de *Guadua* estudadas evidenciando a face abaxial. **a:** *G. cf magna*; **b:** *G. cf refracta*; **c:** *G. chacoensis*; **d:** *G. magna*; **e:** *G. paniculata*; **f:** *G. refracta*; **g:** *G. sp 01*; **h:** *G. sp 02*; **i:** *G. sp 03*; **j:** *G. virgata*. **zc:** zona costal; **zi:** zona intercostal; **cb:** células buliformes; **es:** estômato; **cs:** célula silicificada. **cl:** célula longa; **mt:** macrotricoma; **mi:** microtricoma; **ep:** espinho; **gn:** gancho. Aumento: 100µm. 50

Figura 03. Epiderme adaxial das populações de *Guadua* Kunth estudadas, vistas em microscopia eletrônica de varredura, evidenciando a organização e disposição das células. **a:** *G. aff. magna*; **b:** *G. aff. refracta*; **c:** *G. magna*; **d:** *G. paniculata*; **e:** *G. refracta*; **f:** *G. sp. 1*; **g:** *G. sp. 2*; **h:** *G. virgata*. **Zc:** zona costal; **Zi:** zona intercostal; **Cs:** célula silicificada; **Es:** estômato; **Ep:** espinhos; **Mi:** microtricomas; **Ma:** macrotricomas; **Ci:** células invaginantes. **Zc:** zona costal; **Zi:** zona intercostal; **Cb:** células buliformes; **Cs:** célula silicificada; **Es:** estômato; **Ep:** espinhos; **Mi:** microtricomas; **Ma:** macrotricomas; **Ci:** células invaginantes; círculos demarcam os estômatos. círculos mostram os estômatos. Barra = 100µm 51

Figura 4: Epiderme abaxial das populações de *Guadua* Kunth estudadas, vistas em microscopia eletrônica de varredura, evidenciando a organização e disposição das células. **a:** *G. aff. magna*; **b:** *G. aff. refracta*; **c:** *G. magna*; **d:** *G. paniculata*; **e:** *G. refracta*; **f:** *G. sp. 1*; **g:** *G. sp. 2*; **h:** *G. virgata*. **Zc:** zona costal; **Zi:** zona intercostal; **Cs:** célula silicificada; **Es:** estômato; **Ep:** espinhos; **Mi:** microtricomas; **Ma:** macrotricomas; **Ci:** células invaginantes; círculos demarcam os estômatos. Barra = 100µm. 52

Figura 5: Detalhes das estruturas celulares: papilas e células silicificadas. **a:** papilas simples; **b:** papilas bifurcadas; **c:** papilas ramificadas. **d:** célula silicificada de formato sela; **e:** célula silicificada de formato arredondado; **f:** célula silicificada de formato halter; **g:** célula silicificada de formato reniforme; **h:** célula silicificada de formato nodular. Barra = 100µm..... 53

Figura 06: Detalhe dos estômatos observados nas populações de *Guadua* estudadas. **a;** **b:** superfície abaxial, estômatos rodeados por papilas; **c:** estômato abaxial com papilas ausentes em *G. magna*. **d, e:** superfície adaxial papilas formando câmara protetora; **f:** estômato adaxial com papilas ausentes em *G. aff. magna*. Barra = 100µm. **g, h:** detalhe das células suberosas aos pares com as silicificadas; **i:** estômato de formato cúpula; **j:** estômato de formato triangular; **k:** estômato de formato paralelo. 54

Figura 07: Figura 7. Detalhe dos tricomas vistos em microscopia eletrônica de varredura. a: macrotricoma longo com base envolta por papilas; b: macrotricoma curto, com a base recoberta por papilas; c, d: microtricomas bicelulares; e, f: espinhos com base dilatada e ápice reto; g, h: ganchos com base dilatada, envolta por papilas e ápice recurvado. Barra = 100µm.
..... 55

LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO 02

Figura 01: Secção transversal da lâmina foliar de espécies *Guadua* evidenciando o mesofilo homogêneo, formado por células invaginantes. **A:** *G. cf magna*; **B:** *G. cf refracta*; **C:** *G. chacoensis*; **D:** *G. magna*; **E:** *G. paniculata*; **F:** *G. refracta*; **G:** *G. sp 01*; **H:** *G. sp 02*; **I:** *G. sp 03*; **J:** *G. virgata*. **cb:** células buliformes; **ct:** cutícula; **es:** estômato; **cf:** célula fusóide; **cec:** células epidérmicas comuns; **ci:** células invaginantes; **cs:** célula silicificada; **cv:** cavidade subestomática; **fv1:** feixe vascular de 1ª ordem; **fv3:** feixe vascular de 3ª ordem; **pp:** papilas. Barra = 100µm. 71

Figura 02: Secção transversal da lâmina foliar de espécies *Guadua* evidenciando detalhes do bordo A. **A:** *G. cf magna*; **B:** *G. cf refracta*; **C:** *G. chacoensis*; **D:** *G. magna*; **E:** *G. paniculata*; **F:** *G. refracta*; **G:** *G. sp 01*; **H:** *G. sp 02*; **I:** *G. sp 03*; **J:** *G. virgata*. **cb:** células buliformes; **ct:** cutícula; **es:** estômato; **fb:** fbras; **cf:** célula fusóide; **ci:** células invaginantes; **cs:** célula silicificada; **fv1:** feixe vascular de 1ª ordem; **fv3:** feixe vascular de 3ª ordem; **cm:** cavidade de macrotricoma. Barra = 100µm. 72

Figura 03: Secção transversal da lâmina foliar de espécies *Guadua* evidenciando detalhes do bordo B. **A:** *G. cf magna*; **B:** *G. cf refracta*; **C:** *G. chacoensis*; **D:** *G. magna*; **E:** *G. paniculata*; **F:** *G. refracta*; **G:** *G. sp 01*; **H:** *G. sp 02*; **I:** *G. sp 03*; **J:** *G. virgata*. **cb:** células buliformes; **ct:** cutícula; **es:** estômato; **cf:** célula fusóide; **fb:** fibras; **ci:** células invaginantes; **cs:** célula silicificada; **fv1:** feixe vascular de 1ª ordem; **fv3:** feixe vascular de 3ª ordem; **cm:** cavidade de macrotricoma **pp:** papilas; **tr:** tricoma tector. Barra = 100µm 73

Figura 04: Secção transversal da lâmina foliar de espécies *Guadua* evidenciando detalhes da nervura central. **A:** *G. cf magna*; **B:** *G. cf refracta*; **C:** *G. chacoensis*; **D:** *G. magna*; **E:** *G. paniculata*; **F:** *G. refracta*; **G:** *G. sp 01*; **H:** *G. sp 02*; **I:** *G. sp 03*; **J:** *G. virgata*. **cb:** células buliformes; **ct:** cutícula; **es:** estômato; **cf:** célula fusóide; **cec:** células epidérmicas comuns; **ci:** células invaginantes; **cs:** célula silicificada; **fv1:** feixe vascular de 1ª ordem; **fv2:** feixe vascular de 2ª ordem. Barra = 100µm. 75

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	147
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	169
Poaceae.....	169
Bambusoideae.....	20
<i>Guadua</i> Kunth.....	22
Anatomia foliar em Poaceae e Bambusoideae	2023
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	214
CAPÍTULO 01	
Aspectos epidérmicos e micromorfológicos da superfície foliar de populações <i>Guadua</i> Kunth (POACEAE: BAMBUSODEAE: GUADUINAE) ocorrentes no Brasil	2831
INTRODUÇÃO.....	303
MATERIAL E MÉTODOS	314
RESULTADOS	325
DISCUSSÃO.....	357
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	425
CAPÍTULO 02	
Descrição, aspectos anatômicos em secção transversal, e descritores anatômicos para lâmina foliar de populações <i>Guadua</i> Kunth (POACEAE: BAMBUSODEAE: GUADUINAE) ocorrentes no Brasil	536
INTRODUÇÃO.....	547
MATERIAL E MÉTODOS	558
RESULTADOS	5760
Lâmina foliar	5760
Epiderme	5760
Mesofilo	5760
Feixes vasculares	581
Bordos	62
Nervura central	62
DISCUSSÃO.....	603
CONCLUSÃO	647
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	658

RESUMO

Bambusoideae compreende os “bambus verdadeiros” e suas espécies estão distribuídas em três tribos: Bambuseae, Olyreae e Arundinarieae. Bambuseae é citada como uma das tribos mais importantes, em função de suas aplicabilidades econômicas, ecológicas e culturais. No Brasil correm aproximadamente de 21 espécies de *Guadua*, e na região Centro Oeste são citadas cerca de nove espécies, todavia, pouco ainda se conhece sobre as populações de bambu ocorrentes nessa região. A anatomia foliar de bambus lignificados também é pouco conhecida, principalmente no que se refere a espécies coletadas no Brasil. Uma vez que a identificação tradicional baseia-se principalmente em caracteres morfológicos das flores, e nesses bambus as flores são raramente disponíveis, tal fato torna-se um fator limitante para estudos taxonômicos. Sendo assim, a morfoanatomia foliar representa uma importante ferramenta para auxiliar a caracterização e taxonomia do grupo. O presente trabalho buscou analisar os aspectos da anatomia foliar de 10 populações de *Guadua* Kunth a fim de caracterizá-las e contribuir com a delimitação do gênero. As Amostras foliares foram coletadas em diferentes localidades e armazenadas em etanol 70% + glicerina 50%. Para secções paradermicas porções da lâmina foliar foram submetidas à solução de Franklin adaptada; corados em solução de azul de metileno com ácido bórico. Para análises micromorfológicas os fragmentos de folhas seguiram metodologia usual para microscopia eletrônica de varredura, e para as secções transversais foram feitas secções à mão livre na região mediana das folhas coletadas, em seguida clarificadas com hipoclorito de sódio e submetidas à dupla coloração com azul de astra e safranina. Todas as lâminas permanentes foram montadas em lâmina e lamínula utilizando resina sintética. As descrições anatômicas seguiram de acordo com Metcalfe (1960), Ellis (1976; 1979), Graciano-Ribeiro et al. (2006) e Santos et al. (2010). A caracterização da lâmina foliar mostrou semelhanças entre as populações de *Guadua* aqui estudadas com outras populações de *Guadua* analisadas por outros autores. Além disso, as análises revelaram novidades sobre a organização anatômica das folhas das espécies atualmente aceitas para *Guadua*, tais como: ausência de microtricomos em *G. magna* e *G. aff. magna*, ausência de papilas *G. magna*, *G. aff. magna* e *G. virgata*, observados em secção paradermica. Em secção transversal temos como principais diferenciais a ausência de células fusoides em *G. chacoensis* e *G. paniculata* e a presença de nervura central com sistema vascular simples apenas em *G. paniculata*. Tais características diferenciais observadas nas populações tanto neste estudo quanto no de outros autores, demonstram a importância de estudos com anatomia foliar para todas as espécies do gênero, uma vez que ainda são pouco estudadas com esse enfoque.

Palavras-chave: Anatomia foliar; Bambu; Microscopia Eletrônica de Varredura.

ABSTRACT:

Bambusoideae comprises the "true bamboos" and their species are distributed in three tribes: Bambuseae, Olyreae and Arundinarieae. Bambuseae is cited as one of the most important tribes, due to its economic, ecological and cultural applicability. In Brazil, there are approximately 21 species of *Guadua*, and in the Central West region about nine species are cited, however, little is known about the bamboo populations occurring in this region. The leaf anatomy of lignified bamboos is also little known, especially in relation to species collected in Brazil. Since traditional identification is primarily based on morphological characters of flowers, and in these bamboos flowers are rarely available, this fact becomes a limiting factor for taxonomic studies. Thus, leaf morphoanatomy represents an important tool to aid the characterization and taxonomy of the group. The present study sought to analyze the aspects of the foliar anatomy of ten populations of *Guadua* Kunth in order to characterize them and contribute to the delimitation of the genus. The leaf samples were collected in different locations and stored in 70% ethanol + 50% glycerin. For paradermic sections portions of the leaf blade were submitted to the Franklin solution adapted; stained in methylene blue solution with boric acid. For micromorphological analyzes the leaf fragments followed the usual methodology for scanning electron microscopy, and for the cross sections were made freehand in the median region of the collected leaves, then clarified with sodium hypochlorite and submitted to double staining with astra blue and safranin. All the permanent blades were mounted on a blade and cover sheet using synthetic resin. The anatomical descriptions followed according to Metcalfe (1960), Ellis (1976; 1979), Graciano-Ribeiro et al. (2006) and Santos et al. (2010). The characterization of the leaf blade showed similarities between the populations of *Guadua* studied here with other populations of *Guadua* analyzed by other authors. In addition, the analyzes revealed novelties on the anatomical organization of the leaves of the species currently accepted for *Guadua*, such as: absence of microhairs in *G. magna* and *G. aff. magna*, absence of papillae *G. magna*, *G. aff. magna* and *G. virgata*, observed in a paradermic sections. In cross section we have as main differentials the absence of fusoid cells in *G. chacoensis* and *G. paniculata*, and the presence of central vein with simple vascular system only in *G. paniculata*. These differential characteristics observed in the populations both in this study and in other authors, demonstrate the importance of studies with leaf anatomy for all species of the genus, since they are still little studied with this approach.

Key-words: Leaf anatomy; Bamboo; Scanning Electron Microscopy.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Poaceae Barnhart pertence à ordem Poales, juntamente com Cyperaceae Juss., Eriocaulaceae Martynov, Bromeliaceae Juss. e outras 13 famílias (APG III, 2009). Está dividida em 12 subfamílias incluindo um clado de três linhagens (subfamílias Anomochlooideae Pilg. ex Potztl, Pharoideae L. G. Clark & Judziewicz e Puelioideae L. G. Clark, M. Kobay., S. Mathews, Spangler & E. A. Kellogg) e o clado formado por: Bambusoideae Luer., Ehrhartoideae Jacq.-Fél. ex Caro e Pooideae Benth (BEP) e por Panicoideae A. Braun, Arundinoideae Burmeist, Chloridoideae Kunth ex Beilschm, Micrairoideae Pilg., Aristidoideae Caro e Danthonioideae H. P. Linder & N. P. Barker (PACMAD) (GPWG II, 2012).

A subfamília Bambusoideae compreende os chamados “bambus verdadeiros” (JUDZIEWICZ *et al.*, 1999), que constituem um grupo monofilético e suas espécies estão distribuídas em três tribos: Bambuseae Kunth ex Dumort. (bambus lignificados tropicais), Olyreae Kunth ex Spenn. (bambus herbáceos), e Arundinarieae Asch. & Graebn. (bambus lignificados temperados) (JUDZIEWICZ *et al.*, 1999; BREMER, 2002; SUNGKAEW *et al.*, 2009). Diferentemente dos bambus herbáceos da tribo Olyreae, os bambus lignificados das tribos Arundinarieae e Bambuseae apresentam ramificação complexa, folhas do colmo, lígula externa nas folhas de ramo, flores bissexuadas e florescimento gregário monocárpico (na maioria das espécies) (JUDZIEWICZ *et al.*, 1999; GPWG, 2001; FILGUEIRAS & SANTOS-GONÇALVES, 2004; BPG, 2012).

Bambuseae é citada como uma das tribos mais importantes, em função de suas aplicabilidades econômicas, ecológicas e culturais (LONDOÑO, 2004; SALGADO, 2014). Suas espécies estão distribuídas em sete subtribos das quais três são endêmicas do Novo Mundo: Chusqueinae Munro, Guaduiniae Soderstr. & R. P. Ellis e Arthrostylidiinae Munro (KELCHNER & BPG, 2013).

Bambus estão distribuídos em praticamente todo o mundo, mas a maior riqueza de espécies é encontrada na Ásia-Pacífico e América do Sul (BYSTRIAKOVA *et al.*, 2003). De acordo com Judziewicz *et al.* (1999), o Brasil é o país com a maior diversidade de espécies de bambu no Novo Mundo. Tal

fato não é surpreendente se levarmos em consideração o imenso território e a diversidade de habitats que o país exhibe.

Dentre os bambus neotropicais, *Guadua* Kunth. é um gênero de bambus lignificados importante na estruturação de ecossistemas e biodiversidade (FERREIRA, 2014). Os nichos criados pelas comunidades de *Guadua* permitem associações com várias espécies vegetais e animais. Apesar de estar tipicamente associados a formações florestais, existem espécies adaptadas a outros tipos de ambientes como o Cerrado, campo rupestre e campo de altitude (SODERSTROM, 1981).

No Brasil correm cerca de 21 espécies de *Guadua*, das quais 5 são endêmicas. Na região Centro Oeste são citadas cerca de 9 espécies: *G. angustifolia* Kunth, *G. calderoniana* Londoño & Judz., *G. chacoensis* (Rojas) Londoño & P.M. Peterson, *G. maculosa* (Hack) E.G. Camus, *G. magna* Londoño & Filg, *G. paniculata* Munro, *G. refracta* Munro, *G. tagoara* (Ness) Kunth e *G. virgata* (Trin) Rupr. (SHIRASUNA, 2015).

A taxonomia de bambus, principalmente lignificados, é altamente controversa, algumas espécies e gêneros sofreram várias revisões com base em conjuntos alternativos de caracteres, enquanto os dados moleculares ainda fornecem pouca resolução e apoio para classificações morfológicas (GUO *et al.*, 2002; PENG *et al.*, 2008; SUNGKAEW *et al.*, 2009; KELCHNER & BPG, 2013; FISHER *et al.*, 2014; ZHAO *et al.*, 2015).

A anatomia foliar de bambus lignificados também é pouco conhecida, pois a identificação tradicional baseia-se principalmente em caracteres morfológicos das flores, e nesses bambus as flores são raramente disponíveis (JUDZIEWICZ *et al.*, 1999; ALVES, 2007;). A maior parte dos bambus lignificados possui floração gregária, com isso a obtenção de amostras que incluam as estruturas reprodutivas constitui um fator limitante para estudos taxonômicos (AZZINI *et al.*, 1978). Nesse contexto, a morfoanatomia foliar representa uma importante ferramenta para auxiliar a caracterização e taxonomia do grupo (OLIVEIRA *et al.*, 2008; GUERREIRO *et al.*, 2013; LEANDRO *et al.*, 2016)

O presente trabalho buscou analisar os aspectos da anatomia foliar de espécies de *Guadua* Kunth vistas em secção transversal, a fim de caracterizar as espécies e contribuir com a delimitação do gênero.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Poaceae

Poaceae é representada por capins, bambus e cereais, considerada uma das principais famílias entre as angiospermas (JUDD *et al.*, 2002; LONGHI-WAGNER, 2012; SORENG *et al.*, 2015; SYLVESTER, 2016). Possui cerca de 700 gêneros e cerca de 11.000 espécies (GPWG, 2001). Filgueiras *et al.* (2016) citaram cerca de 1.486 espécies, distribuídas em 225 gêneros ocorrendo no Brasil.

Está representada por plantas conhecidas como gramíneas. É uma das famílias com maior variedade de hábitos no grupo das Angiospermas. Podem ser anuais ou perenes, apresentar lignificação ou não, geralmente são rizomatosas. Os colmos podem ser sólidos ou ocos, herbáceos ou lignificados, variam em tamanho e diâmetro, podendo ser eretos, ascendentes ou procumbentes. Os nós presentes nos colmos são cobertos por folhas quando jovens, e os entrenós na maioria das vezes são sólidos. As folhas são dísticas e alternas; apresentam bainha, lígula, podendo também ser pilosa em algumas espécies. A inflorescência é do tipo panícula com agrupamento de espiguetas (GPWG, 2001; JUDZIEWICZ & CLARK, 2007).

Apresentam também distribuição cosmopolita e sua importância econômica é amplamente reconhecida, uma vez que pertencem a esta família grãos como *Oryza sativa* L. (arroz), *Triticum aestivum* L. (trigo), *Zea mays* L. (milho) e *Saccharum officinarum* L. (cana-de-açúcar), considerados alimentos básicos para as populações humanas (ARRIETA & ORTIZ, 2010) e várias outras espécies com alta produção e potencial biocombustível (BYRT *et al.*, 2011; ZHOU *et al.*, 2013; TRUONG & LE, 2014). Incluem também espécies forrageiras, como braquiária - *Urochloa decumbens* (Stapf) Webster e capim-

colônia - *Panicum maximum* Jacq (BODDEY *et al.*, 2004) fontes principais de alimentação para o gado. Além disso, diversos membros da família são dominantes ecológicos, e cobrem cerca de 20% da superfície terrestre, aspecto que se reflete em várias fitofisionomias (KELLOGG, 2001; CAPORAL & EGGERS, 2005; WELKER & LONGHI-WAGNER, 2007; CARDOSO *et al.*, 2013; ROLIM *et al.*, 2014).

É uma família representativa ao longo da floresta atlântica, sendo esta considerada como um grande centro de diversidade de bambus (SODERSTROM *et al.*, 1988), cujas espécies são representantes da subfamília Bambusoideae (KELLOGG, 2001; GRECO, 2013).

Bambusoideae

A subfamília abrange 116 gêneros e 1.439 espécies, cerca de dois terços dessa diversidade ocorre nas zonas tropicais (BPG, 2012; YEASMIN *et al.*, 2015). Apresenta distribuição ampla no planeta, ocorrem naturalmente em quase todos os continentes, exceto Europa e Antártida (KELCHNER & BPG 2013); cerca de 62% das espécies são nativas do continente asiático, 34% das Américas e 4% da África e da Oceania (HIDALGO LOPEZ 2003). Entretanto, acredita-se que a diversidade de bambus nativos do continente americano seja equivalente à da Ásia, já que muitas espécies ainda não foram descritas (CRUZ RÍOS 2009). Também são popularmente conhecidos como o “ouro verde da floresta” devido às suas várias aplicações (GOYAL *et al.*, 2014; PEREIRA & BARATA, 2015; BALDUINO JUNIOR *et al.*, 2016).

Além de sua ampla distribuição, os bambus apresentam grande diversidade morfológica, sua floração pode ocorrer em um ciclo de 28 a 32 anos (NELSON & BIANCHINI, 2005) até cerca de 120 anos (AZZINI *et al.*, 1978). O florescimento é de forma sincronizada dentro de cada população, após a floração, as espécies morrem, o que dificulta o estudo das características florais (LIN *et al.*, 2003). Outras espécies têm ciclos mais curtos,

cerca de 8 a 10 anos, porém, ainda muito longos (FRANKLIN, 2004) quando comparados a bambus herbáceos.

Constituem um grupo monofilético dentro de Poaceae e podem ser reconhecidos através de suas características morfológicas, anatômicas, citológicas, macromoleculares e ecológicas (BREMER, 2002; STEVENS, 2016). Os conjuntos de dados acima citados são empregados para classificar as espécies que compõem esse vasto grupo de plantas (FILGUEIRAS & SANTOS-GONÇALVES, 2011).

É caracterizada pelas seguintes sinapomorfias: plantas perenes (raro anuais), hábito rizomatoso, ramificação simples ou complexa, folhas pseudopeciadas, mesofilo com células invaginantes assimétricas, associadas a células fusoides e células buliformes, microtricomos alongados com paredes delgadas (JUDZIEWICZ *et al.*, 1999).

O Brasil é um dos países com a maior riqueza de bambus no mundo, e a maior da diversidade no hemisfério ocidental (SODERSTROM *et al.*, 1988; CLARK, 1990; JUDZIEWICZ *et al.*, 1999); Filgueiras & Santos-Gonçalves (2004) citaram 34 gêneros e cerca de 232 espécies, mas novos táxons têm sido descritos, incluindo novos gêneros (FERREIRA *et al.*, 2013a; VIANA *et al.*, 2013a) e novas espécies (OLIVEIRA & CLARK, 2009; SANTOS-GONÇALVES *et al.*, 2011; 2012; CARVALHO *et al.*, 2012; FERREIRA *et al.*, 2013b; VIANA *et al.*, 2013b; LIZARAZU *et al.*, 2013; MOTA *et al.*, 2014; FERREIRA *et al.*, 2016).

As espécies de bambu mais utilizadas na América Latina são as do gênero *Guadua* e do gênero asiático *Bambusa* Burnett, embora outros gêneros também sejam utilizados. Sendo que o cultivo de bambus em escala comercial está limitado a algumas espécies nativas, juntamente com espécies introduzidas: *Guadua angustifolia* Kunth, *Guadua amplexifolia* J. Presl, *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Wendl., *Bambusa tuldoides* Munro e *Phyllostachys aurea* Carrière ex Rivière & C. Rivière (GHAVAMI & MARINHO, 2005; SILVA, *et al.*, 2011; BPG, 2012).

***Guadua* Kunth**

Contém aproximadamente 28 espécies, amplamente distribuídas nas Américas, possuem porte mediano a grande, colmos e ramos com espinhos recurvados que auxiliam a sua fixação em outras plantas (LONDOÑO & PETERSON, 1992; YOUNG & JUDD, 1992). A sua maior diversidade ocorre na região amazônica da Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela (LONDOÑO, 2013).

Olivier et al. (2009) descreveram *Guadua* como um gênero de bambu neotropical presente na Amazônia muito antes do que qualquer atividade humana, descartando as teorias onde os estabelecimentos das florestas dominadas por bambus são atribuídos a causas antropogênicas.

Assim como outros bambus lignificados, *Guadua* possui florescimento monocárpico, ou seja, cada população individual apresenta um único evento com floração e frutificação maciças e sincrônicas (JANZEN, 1976; NADGAUDA et al., 1990). No sudoeste da Amazônia a longevidade das populações de *Guadua* é estimada entre 27 e 28 anos (CARVALHO et al., 2013).

Dentre os bambus neotropicais, *Guadua* caracteriza-se por colmos ocos que podem ser eretos arqueados no ápice ou escandentes, de porte médio a grande, cerca de 30m de altura e 2 a 15 cm de diâmetro, podendo ser encontradas também espécies que possuem colmos sólidos. As folhas caulinares possuem formato triangular, sendo as margens da lâmina e da bainha são contínuas. O entrenó geralmente apresenta um sulco acima da inserção dos brotos dos ramos, estes por sua vez são espinescentes, com espinhos mais desenvolvidos na base do colmo. Os rizomas podem ser curtos ou longos. Apresentam ainda, uma banda de pelos brancos na região do nó (LONDOÑO & SODERSTROM, 1987; JUDZIEWICZ & LONDOÑO, 1991; LONDOÑO & PETERSON, 1991; JUDZIEWICZ et al., 1999; LONDOÑO, 2001; GRISCOM & ASHTON, 2003).

Anatomia foliar em Poaceae e Bambusoideae

Caracteres anatômicos foliares vêm sendo incluídos para auxiliar na definição das subfamílias de Poaceae, que têm sido caracterizadas pela combinação de dados anatômicos, morfológicos (LONDOÑO, 2002; MONTIEL *et al.*, 2006; PELEGRIN, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2008; GUGLIERI *et al.*, 2008; SOTO *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2011) e por vezes moleculares (RUIZ-SANCHEZ *et al.*, 2011; CHOKTHAWEEPANICH *et al.*, 2014; SORENG *et al.*, 2015). Os caracteres da anatomia foliar incluindo a epiderme, têm relevância nas categorias de gênero e espécie em Poaceae, mas têm sido principalmente utilizados para reforçar a divisão em subfamílias (SNOW, 1996).

Bambus diferem das outras gramíneas na anatomia da folha das seguintes maneiras: apresentam mesofilo não radiado, composto por células invaginantes e fusoides; mais que um feixe vascular na nervura central, e as células silicificadas estão orientadas verticalmente (SODERSTROM & ELLIS, 1987). Estudos como os de Soderstrom & Ellis (1987) e Ding & Zhao (1994) mostram que há uma correlação significativa entre a anatomia das folhas de bambu e táxons diferentes. No caso dos bambus, a anatomia tem sido útil para, além de caracterizar, delimitar Bambusoideae de outras gramíneas e definir as tribos que a compõem, mas tem sido pouco utilizada para definir os grupos menores, como os gêneros e espécies (LONDOÑO, 2002).

Vários pesquisadores têm estudado a anatomia do colmo em espécies nativas de *Guadua* (RODRIGUEZ, 2002; 2003; LONDOÑO *et al.*, 2002; LONDOÑO *et al.*, 2003; MIRANDA, 2016), entretanto, estudos sobre a anatomia foliar de espécies de *Guadua* ainda são escassos, sobretudo com espécies coletadas no Brasil (GRACIANO-RIBERIO *et al.*, 2010, CUNHA-SANTANA, 2016).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRIETA, Y.H.; ORTIZ A. C. Listado Florístico y Aspectos Ecológicos de la Familia Poaceae. **Journal of the Botanical Research Institute of Texas**. v.4(2). 2010.
- AZZINI, A; CIARAMELLO, D.; NAGAI, V. Propagação vegetativa do bambu-gigante. **Bragantia** online, vol.37, n.1, pp. 1-3. ISSN 1678-4499. 1978. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/brag/v37n1/17.pdf>. Acesso em 05 out 2016.
- BALDUINO JUNIOR, A.L.; BALDUINO, T.Y.; DA CUNHA, F.A.B.; BRANDI, M.A. Energetic potential of bamboo culms for industrial and domestic use in Southern Brazil Potencial energético de colmos de bambu para uso industrial e doméstico na região sul do Brasil. **Ciência Rural**. v.46(11) pp. 1963-1968. 2016.
- BAMBOO PHYLOGENY GROUP (BPG). An updated tribal and subtribal classification of the bamboos (Poaceae: Bambusoideae). In: **The Journal of the American Bamboo Society**. v.24(1). pp. 1-10. 2012.
- BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R. M. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.103. pp.389-403. 2004.
- BREMER, K. Gondwanan Evolution of the Grass Alliance of Families (Poales). **Society for the Study of Evolution**. v.56(7). pp. 1374-1387. 2002.
- BYRT, C.S.; GROF, C.P.L.; FURBANK, R. T. C4 plants as biofuel feedstocks: optimising biomass production and feedstock quality from a lignocellulosic perspective. **Journal of Integrative Plant Biology** v.53. pp. 120-135. 2011.
- BYSTRIAKOVA, N.; KAPOS, V.; LYSENKO, I.; STAPLETON, C. Distribution and conservation status of forest bamboo biodiversity in the Asia-Pacific region. **Biodiversity Conservation**. v.12. pp. 1833–1841. 2003.
- CAPORAL, F. J. M; EGGERS, L. Poaceae na área do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botânica**. v.6(2). pp.141-150. 2005.
- CARVALHO, A. L.; NELSON, B.W.; BIANCHINI. M.C.; PLAGNOL, D.; KUPLICH, T.M.; DALY, D. C. Bamboo-Dominated Forests of the Southwest Amazon: Detection, Spatial Extent, Life Cycle Length and Flowering Waves. **Amazonian Bamboo Forests**. v.8. 2013.
- CARVALHO, M. L.S.; DÓREA, M. C.; PIMENTA, K. M; OLIVEIRA, R. P. *Piresia palmula*: a new species of herbaceous bamboo (Poaceae: Olyreae) endemic to the Atlantic Rainforest, Southern Bahia, Brazil. **Systematic Botany**. v.37. pp. 134-138. 2012.
- CHOKTHAWEEPANICH, H.; FISHER, A.E.; DRANSFIELD, S.; WIDJAJA, E.A.; WONG, K.M.; RATTAMANEE, C.; KELCHNER, S.; CLARK, L.G. **Phylogeny**

and classification of the paleotropical woody Bamboos (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) based on six plastid markers. Tese. Iowa State University. 2014.

CUNHA-SANTANA, J.M.; FERNANDES, S.D.C.; GRACIANO-RIBEIRO, D. Morfoanatomia e Micromorfologia da lâmina foliar de *Guadua Refracta* Munro (POACEAE-BAMBUSOIDEAE): Bambu endêmico do Brasil. In: Anais, **67° Congresso Nacional de Botânica**. Vitória, ES. 2016.

FERREIRA, E.J.L. O bambu é um desafio para a conservação e o manejo de florestas no sudoeste da Amazônia. **Ciencia e Cultura** online. v.66(3). pp.46-51. 2014.

FERREIRA, F. M.; HOLLOWELL, V. C.; VAN DEN BERG, C.; OLIVEIRA, R. P. *Parianella* (Poaceae: Bambusoideae): morphological and biogeographical information reveals a new genus of herbaceous bamboos from Brazil. **Phytotaxa**. v.77. pp. 27–32. 2013a.

FERREIRA, F. M., DÓREA, M. C., LEITE, K. R. B.; OLIVEIRA, R. P. *Eremitisa fimbriata* and *E. magnifica* (Poaceae: Bambusoideae: Olyreae): two remarkable new species from Brazil and a first record of blue iridescence in bamboo leaves. **Phytotaxa**. v.84. pp. 31-45. 2013b.

FILGUEIRAS, T. S.; LONGHI-WAGNER, H. M.; VIANA, P. L.; ZANIN, A.; OLIVEIRA, R. C. DE; CANTO-DOROW, T. S.; RODRIGUES, R. S.; SANTOS-GONÇALVES, A. P.; WELKER, C. A. D.; FERREIRA, F. M.; CARVALHO, M. L. S.; SILVA, A.S.; MOTA, A.C.; VALLS, J.F.M.; SHIRASUNA, R.T.; REIS, P.A.; DÓREA, M.C.; SILVA, C.; OLIVEIRA, R.P. Poaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB193>>. Acesso em: 20 set 2016.

FILGUEIRAS T. S.; SANTOS-GONÇALVES, A. P. S. Bambus nativos no Brasil: oportunidades e desafios para seu conhecimento. **Anais do I Seminário Nacional do Bambu**. 2. ed. Brasília: CPAB, Universidade de Brasília. 196p. 2011.

FILGUEIRAS, T. S.; SANTOS-GONÇALVES, A. P. S. A Checklist of the Basal Grasses and Bamboos in Brazil (POACEAE). **Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society**. v.18(1). pp. 7-18. 2004.

FISHER, A.E.; CLARK, L.G.; KELCHNER, S.A. Molecular phylogeny estimation of the bamboo genus *Chusquea* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) and description of two new bamboo subgenera. **Systematic Botany**. v.39(3), pp. 829-844. 2014

FRANKLIN, D. C. Synchrony and asynchrony: observations and hypotheses for the flowering wave in a long-lived semelparous bamboo. **Journal of Biogeography**. v.5(31). pp. 773-786. 2004.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A. B. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.9(1). pp.107-114. 2005.

GOYAL, A. K.; KAR, P.; SEM, A. Advancement of bamboo taxonomy in the era of molecular biology: a review. **Biology of useful plants and microbes**. pp. 197-208. 2014.

GPWG (Grass Phylogeny Working Group). New grass phylogeny resolves deep evolutionary relationships and discovers C4 origins. **New Phytologist**. v.193. pp. 304- 312. 2012.

GPWG, Phylogeny and subfamilial classification of the grasses (Poaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**. v.88. pp. 373-457. 2001.

GRACIANO-RIBEIRO, D.; PAULUCIO, F.F.; RODRIGUES, T.S; FILGUEIRAS, T.S.; VERAS, D.S. Anatomia foliar de bambus (Poaceae: Bambusoideae) ocorrentes no Centro-Oeste. In: Anais/Resumos: **62^a Reunião Anual da SBPC** - ISSN 2176-1221, 2010.

GRECO, T. M. **Diversidade de Bambus (Poaceae: Bambusoideae) na ilha de Santa Catarina, Brasil**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina. 2013.

GRISCOM, B.W. & ASHTON, P.M.S. Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in Southeastern Peru. **Forest Ecology and Management**. v.175. pp. 445-454. 2003.

GUERREIRO, C.; RÚGULO DE AGRASAR, Z.E.; RODRIGUEZ, M.F. A contribution to the identification of vegetative Andean woody bamboos in southernmost America using leaf anatomy. **The Journal of the Torrey Botanical Society**. 2013.

GUGLIERI, A.; LONGHI-WAGNER, H. M.; ZULOAGA, F. O. Anatomia foliar das espécies de *Panicum* L. subg. *Panicum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae) ocorrentes no Brasil. **Iheringia Série Botânica**. v.63. pp. 279-293. 2008.

JANZEN, D. H. Why Bamboos Wait so Long to Flower? **Annual Review of Ecology and Systematics**. v.7. pp.347-391. 1976.

JUDD, W. F.; KELLOGG, E. A; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. Plant Systematics: a Phylogenetic Approach, Second Edition. **Sinauer Associates, Massachusetts**, Estados Unidos, 2002.

JUDZIEWICZ, E. J.; CLARK, L. G.; LONDOÑO, X. & STERN, M. J. **American bamboos**. Washignton, D. C., Smithsonian Institution Press, 392 pp, 1999.

JUDZIEWICZ, E. J.; CLARK. L. G. Classification and biogeography of New World grasses: Anomochlooideae, Pharoideae, Ehrhartoideae, and Bambusoideae. **Aliso: Journal of Systematic and Evolutionary Botany**. v. 23. p. 303–314. 2007.

JUDZIEWICZ. J. E.; LONDOÑO, X. A New Species of *Guadua*, *G. calderoniana* (Poaceae: Bambuseae), with Notes on the Genus in Bahia, Brazil. Missouri Botanical Garden Press. **Novon**. v.1(1). pp. 27-32. 1991.

KELCHNER, S.A.; BPG. Higher level phylogenetic relationships within the bamboos (Poaceae: Bambusoideae) based on five plastid markers. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 67, p. 404-413. 2013.

KELLOGG, E. A. Evolutionary History of the Grasses. **American Society of Plant Physiologists**. v.125. pp.1198-1205. 2001.

LEANDRO, T.D.; SHIRASUNA, R.T.; FILGUEIRAS, T.S.; SCATENA, V.L. The utility of Bambusoideae (Poaceae, Poales) leaf blade anatomy for identification and systematics. **Brazilian Journal of Biology**. 2016.

LIN, C. S.; LIN, C. C.; CHANG, W. C. In vitro flowering of *Bambusae dulis* and subsequent plantlet survival. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, 2003. In: <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1021281217589>. Acesso em 29 nov. 2016.

LIZARAZU, M.A.; RÚGULO DE AGRASAR, Z.E.; VEGA, A.S. A New Species of *Guadua* (Poaceae, Bambusoideae, Bambuseae) and Synopsis of the Genus in Argentina and Neighboring Regions. **Systematic Botany**. v. 38. pp. 1062-1075, 2013.

LONDOÑO, X. Distribucion, Morfologia, Taxonomia, Anatomia, Silvicultura y usos de los Bambues del Nuevo Mundo. III **Congreso Colombiano de Botánica, Popayan**, 7-12 de Noviembre. 25p. 2004.

LONDOÑO, X. Two new *Guadua* species for Peru (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Guaduinae). **Journal of the Botanical Research**. Inst. Texas v.7. pp. 145–153. 2013.

LONDOÑO, X.; PETERSON, P.M. *Guadua chacoensis* (Poaceae: Bambuseae), Its Taxonomic Identity, Morphology, and Affinities. **Novon**. vol. 2(1). pp. 41-4.1992.

LONGHI-WAGNER, H.M. Poaceae: an overview with reference to Brazil. **Rodriguésia**. v.36. pp. 89-100. 2012.

METCALFE, C. R. **Anatomy of the Monocotyledons. I. Gramineae**. Oxford University Press. Amen House. Londres, 1960.

MIRANDA, A.F.A. **Estudo anatômico do entrenó de *Guadua* Kunth (Poaceae: Bambusoideae) ocorrentes no estado do Acre/Brasil**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade de Brasília. 2016.

ALVES, G.T.R. Aspectos da história de vida de *Guadua Tagoara* (Ness) Kunth (Poaceae: Bambuseae) na Serra dos órgãos, RJ. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos. 2007.

MOTA, A. C.; OLIVEIRA, R. P.; CLARK, L. G. *Chusquea clemirae* (Bambusoideae: Poaceae): a new woody bamboo from the montane Atlantic rainforest of Bahia State, Brazil. **Systematic Botany**. v.38. pp. 92-96. 2014.

NADGAUDA, R. S.; PARASHARAMI, V. A.; MASCARENHAS, A. F. "Precocious flowering and seeding behavior in tissue-cultured bamboos". **Nature**. v.344. pp. 335-336. 1990.

NELSON, B. W.; BIANCHINI, M. C. Complete life cycle of southwest Amazon bamboos (*Guadua* spp.) detected with orbital optical sensors. In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril, INPE, pp. 1629-1636. 2005.

OLIVEIRA, R. P.; CLARK, L. G. A tiny new Brazilian species of *Diandrolyra* (Poaceae: Bambusoideae: Olyreae), with notes on the systematics of the genus. **Novon**. v.19. pp. 209-214. 2009.

OLIVEIRA, R.P.; LONGHI-WAGNER, H.M.; LEITE, K.R.B. A contribuição da anatomia foliar para a taxonomia de *Raddia* Bertol. (Poaceae: Bambusoideae). **Acta Botanica Brasilica**. v.22(1). pp.1-19. 2008.

OLIVIER, J.; OTTO, T.; RODDAZ, M.; ANTOINE, P.; LONDOÑO, X.; CLARK, L. G. First macrofossil evidence of a pre-Holocene thorny bamboo cf. *Guadua* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Guaduinæ) in south-western Amazonia (Madre de Dios — Peru). Review of Palaeobotany and Palynology. **Elsevier Scientific Publications**. v.153. pp.1-7. 2009.

PEREIRA, M.A.R.; BARATA, T.Q.F. Bamboo as sustainable material used in design and civil construction: species, management, characterization and applications. **Key Engineering Materials**. v. 634. pp. 339-350. 2015.

ROLIM, R. G.; SETUBAL, R. B.; CASAGRANDE, A.; RIVAS, M. I. E.; DE NARDIN, J. A.; PROENÇA, M. L.; SANDRIL, S. M.; BONILHA, C. L.; BOLDRINI, I. I. Composição e estrutura de vegetação campestre em áreas com orientação norte e sul no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. **Iheringia Série Botânica**. v.69(2). pp. 433-449. 2014.

RUIZ-SANCHÉS, E.; SOSA, V.; MEIJÍA-SAULES, M.T. Molecular phylogenetics of the Mesoamerican bamboo *Olmeca* (Poaceae, Bambuseae): Implications for taxonomy. **Táxon**. v.60(1). pp. 89-98. 2011.

SALGADO, A.L.B. **Bambu com sal: Aqui e agora, lá e então**. Ed. Amaro Comunicação. 1ª ed. 322p. 2014.

SANTOS-GONÇALVES, A.P.; CARVALHO-OKANO, R.M.; FILGUEIRAS, T.S. A new species of *Merostachys* (Poaceae: Bambusoideae) from South eastern Brazil. **Systematic Botany**. v.37. pp. 938-940. 2012.

SANTOS-GONÇALVEZ, A. P.; FILGUEIRAS, T. S.; CLARK, L.G. *Atractantha shepherdiana*, a New Species of Woody Bamboo (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) from Brazil. The American Society of Plant Taxonomists. **Systematic Botany**. v.36(2). pp. 310-313. 2011.

SHIRASUNA, R.T. *Guadua* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/F B13247>>. 2015. Acesso em: 13 Fev. 2016.

SILVA, I. F.; PEREIRA, D. S.; SILVA, S. R. F. Estudos Morfológicos do Bambu (*Bambusa* cf. *vulgaris* L.), uma espécie invasora em área de Mata Atlântica no Parque Municipal de Maceió-Alagoas. **Revista Semente**. v.6(6). pp. 99-109. 2011.

SNOW, N. The Phylogenetic Utility of Lemnate Micromorphology In *Leptochloa* S.L. and Related Genera In Subtribe Eleusininae (Poaceae: Chloridoideae, Eragrostideae). In: **Annals of the Missouri Botanical Garden**. v.83(4). pp. 504-529. 1996.

SODERSTROM, T. R. *Sucrea* (Poaceae: Bambusoideae), a New Genus from Brazil. **Brittonia**. v.33(2). pp. 98-210. 1981.

SODERSTROM, T. R.; ELLIS, R. P. The position of bamboo genera and allies in a system of grass classification. In *Grass Systematics and evolution*. T.R. Soderstrom, K.W. Hill, C.S. Campbell, and M.E. Barkworth. Washington DC: **Smithsonian Institution Press**. pp. 225-238. 1987.

SODERSTROM, T.R.; JUDIZIEWICZ, E.J.; CLARK, L.G. Distribution patterns of Neotropical Bamboos. In: Vanzolini, P.E.; Heyer, R.E. (eds.). **Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns**. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. pp. 121-157. 1988.

SORENG, R.J.; PETERSON, P.M.; ROMASCHENKOL, K.; DAVIDSE, G.; ZULOAGA, F.O.; JUDZIEWICZ, E.J.; FILGUEIRAS, T.S. DAVIS, J.I.; MORRONE, O. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae). **Journal of Systematics and Evolution**. 2015.

SOTO, M.M.L.; KOCH, S.D.; FLORES-CRUZ, M.; ENGLEMAN, M. Anatomía comparada de la lámina foliar del género *Distichlis* (Poaceae). **Acta Botanica Mexicana**. v.89. pp. 1-23. 2009.

STEVENS, P. F. Angiosperm Phylogeny Website. Versão 13. Disponível em <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb>. Acesso em 16 ago. de 2016.

SUNGKAEW, S.; STAPLETON, C. M. A.; SALAMIN, N.; R. H. TREVOR. Non-monophyly of the woody bamboos (Bambuseae; Poaceae): a multi-gene region phylogenetic analysis of Bambusoideae. **Journal of Plant Research**. v.122. pp 95-108. 2009.

SYLVESTER, S.P. An illustrated generic key and updated list of the grasses (Poaceae) of Belize. **Edinburgh Journal of Botany**. pp.1-43. 2016.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**. v.161. pp. 105-121. 2009.

- TRUONG, A.H.; LE, T.M.A. Overview of bamboo biomass for energy production. **Sciences de l'Homme et de la Société**. 2014.
- VIANA, P.L.; FILGUEIRAS, T.S.; CLARK, L.G. *Cambajuva* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Arthrostylidiinae), a new woody bamboo genus from Southern Brazil. **Systematic Botany**. v. 38. Pp. 97–103. 2013a.
- VIANA, P. L.; FILGUEIRAS, T. S.; GRACIANO-RIBEIRO, D. A new woody bamboo (Poaceae: Bambusoideae) from Central Brazil. **Novon**. v.22. pp. 371-376. 2013b.
- WELKER, C. A. D.; LONGHI-WAGNER, H. M. A família Poaceae no Morro Santana, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**. v.5(4). pp. 53-92. 2007.
- YEASMIN, L.; ALI, M.N.; GANTAIT, S.; CHAKRABORTY, S. Bamboo: an overview on its genetic diversity and characterization. **Biotech**. v.5(1). pp.1–11. 2015.
- YOUNG, S. M.; JUDD, W. S. Systematics of the *Guadua angustifolia* Complex (Poaceae: Bambusoideae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**. v.79(4). pp. 737-769. 1992.
- ZHAO, H.; PENG, Z.; SUN, H.; YUE, X.; LOU, Y.; DONG, L. ; WANG, L.; GAO, Z. Developing genome-wide microsatellite markers of bamboo and their applications on molecular marker assisted taxonomy for accessions in the genus *Phyllostachys*. **Scientific Reports**. v.5. pp.1-10. 2015.
- ZHOU, H.F.; LI, S.S.; GE, S. Isolation and characterization of microsatellite loci for a bioenergy grass, *Miscanthus sacchariflorus* (poaceae). **Applications in Plant Sciences**. v.1 (1). 2013.
- FLORA DO BRASIL 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB13247>>. Acesso em: 27 Jan. 2017.

CAPÍTULO 01

Aspectos epidérmicos e micromorfológicos da superfície foliar de populações de *Guadua* Kunth (POACEAE: BAMBUSODEAE: GUADUINAE) ocorrentes no Brasil

Para este capítulo seguiu-se as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

RESUMO

O Brasil tem uma grande diversidade de bambus, cerca 234 espécies. Dentre os Bambuseae um dos gêneros mais conhecidos é *Guadua*. São bambus lignificados, com presença marcante de espinhos, uma faixa de tricomas brancos na região nodal e folhas do colmo de formato triangular. Os longos ciclos de vida e floração gregária são a maior dificuldade encontrada na realização de estudos sobre a taxonomia das espécies desses bambus. Estudos com caracterizações anatômicas e micromorfológicas da lâmina foliar de populações *Guadua* são escassos e diante disso o presente trabalho buscou analisar os aspectos da anatomia e micromorfologia da epiderme foliar de dez populações de *Guadua* a fim de auxiliar na caracterização do gênero e obter dados que possam auxiliar em sua posterior delimitação. As amostras foram coletadas em diferentes localidades. Para secções paradermicas porções da lâmina foliar foram submetidas à solução de Franklin adaptada; corados em solução de azul de metileno com ácido bórico e montados em resina sintética. Para análises micromorfológicas os fragmentos de folhas seguiram metodologia usual para microscopia eletrônica de varredura. As terminologias utilizadas para as descrições seguiram principalmente Metcalfe (1960), Ellis (1979), Graciano-Ribeiro et al. (2006), e Santos et al. (2010). As zonas costais e intercostais são distinguíveis. Nas zonas costais em ambas as faces ocorrem células longas, silicificadas, suberosas, bem como macro e microtricomas. Nas zonas intercostais ocorrem células longas, silicificadas, raras células suberosas, estômatos, macro e microtricomas em ambas as faces. Papilas: recobrem todas as células em ambas as faces, exceto as silicificadas e não foram observadas em três das dez populações analisadas. Células buliformes: exclusivamente adaxiais e possuem papilas. Células longas: de formatos retangulares com paredes fortemente sinuosas. As papilas cobrem os estômatos formando câmaras na face adaxial e apenas os rodeiam na face abaxial. Células silicificadas: são frequentes e em geral apresentam formato sela, ocorrendo também as de formato halteres, altas estreitas e nodulares. Células suberosas: são frequentes, de formato crenado, e sempre que ocorrem estão em pares com as silicificadas. Estômatos: possuem tamanhos variados, quanto aos formatos das células subsidiárias são classificados em cúpula, paralelos ou arredondados e triangular. Macrotricomas: de tamanhos variados e ápice afunilado. Microtricomas: formato bastão, geralmente ocorrem na zona intercostal e são bicelulares de tamanhos variados. Espinhos: possuem a base dilatada, também rodeada por papilas, diferem dos ganchos pelo formato do ápice: ganchos com ápice recurvado, e espinhos com ápice reto. A caracterização da epiderme foliar nos revelam semelhanças entre as populações de *Guadua* estudadas com outras populações analisadas por outros autores. Não foram observados microtricomas em duas das dez populações estudadas, e considerando que a presença de microtricomas é citada como sinapomorfia em Bambusoideae, tais populações necessitam de mais análises, com maior número amostral. Esse estudo contribuiu para salientar a importância da análise anatômica da epiderme, tanto para a caracterização quanto para a taxonomia das populações de bambu, principalmente ocorrentes no Brasil.

Palavras-chave: Bambu lignificado; Epiderme da lâmina foliar; Micromorfologia.

1. INTRODUÇÃO

Os bambus estão entre as Poaceae mais complexas, quanto à morfologia e anatomia dos órgãos vegetativos (ELLIS, 1979; SODERSTROM *et al.*, 1988). Bambusoideae crescem associados à vegetação lenhosa, ocorrendo normalmente em florestas tropicais e subtropicais do mundo (SODERSTROM, 1981). As espécies florestais destacam-se pelo grande número de representantes, sendo os da tribo Olyreae bambus herbáceos e da tribo Bambuseae os lignificados (ZHANG & CLARK, 2000; GPWG, 2001; GPWG, 2012; KELCHNER & BPG, 2013).

O continente americano ocupa o segundo lugar em abundância de espécies de bambu, perde apenas para a Ásia. Dentre os países americanos, o Brasil tem a maior diversidade de espécies, cerca de 34 gêneros divididos em 234 espécies (FILGUEIRAS & SANTOS-GONÇALVES, 2004).

Bambusoideae diferem das demais gramíneas na anatomia das folhas por apresentarem: mesofilo homogêneo composto por células invaginantes e fusoides; mais que um feixe vascular na nervura central, e as células silicificadas estão orientadas verticalmente (SODERSTROM & ELLIS, 1987).

Dentre Bambuseae um dos gêneros mais conhecidos é *Guadua*, apresenta importância ecológica, social, econômica e cultural (LONDOÑO, 2002; GALVÃO *et al.*, 2012; GRECO & CROMBERG, 2011). No Brasil *Guadua* está representado por cerca de 21 espécies (SHIRASUNA, 2015). São bambus lignificados, com presença marcante de espinhos na base dos nós, faixas de tricomas brancos na região dos nós e folhas caulinares de formato triangular. Seus colmos podem atingir de 20 a 30 m de altura e diâmetro variando de 20 a 25 cm. Em relação aos usos destacam-se principalmente *Guadua angustifolia* Kunth e *Guadua chacoensis* (Rojas) Londoño & P. M. Peterson (LINDHOLM & PALM, 2007).

Os longos ciclos de vida e floração gregária são a maior dificuldade encontrada na realização de estudos sobre a taxonomia das espécies de bambus lignificados. Nesse sentido Soderstrom & Ellis (1987) apontam que os caracteres anatômicos facilitam a distinção de Bambusoideae do restante das

gramíneas, porém a identificação de gêneros e espécies ainda apresenta dificuldades taxonômicas.

Estudos com caracterizações micromorfológicas de espécies *Guadua* ainda são escassos (MONTIEL *et al.*, 2006a; 2006b; 2006c; MARQUEZ *et al.*, 2011; PANIZZO *et al.*, 2016).

Diante de tal fato, o presente trabalho buscou analisar os aspectos da anatomia e micromorfologia da epiderme foliar de 10 populações de *Guadua*, a fim de auxiliar na caracterização do gênero e obter caracteres de valor taxonômico que possam auxiliar na sua delimitação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Amostras das folhas da ramificação foram coletadas em diferentes localidades (tabela 01). Foi selecionada a terceira folha, totalmente expandida, contando do ápice para a base do ramo, de três indivíduos em cada população e armazenadas em etanol 70% + glicerina 50% (JENSEN, 1962). Foram confeccionadas exsiccatas dos materiais vegetais obtidos e depositadas no herbário da Universidade Federal de Goiás.

Para secções paradérmicas porções da lâmina foliar foram submetidas à solução de Franklin (FRANKLIN, 1945), adaptada. Alocadas em estufa a 70°C por até 72 horas. Os fragmentos de epiderme foram corados em solução de azul de metileno (1%) com ácido bórico (1%) na proporção de 1:1, e montados em resina sintética (PAIVA *et al.*, 2006).

Para análises micromorfológicas os fragmentos de folhas foram desidratados em série acetônica crescente (70-100%), levadas ao sonicador a 37°C por cerca de uma hora em cada concentração a fim de retirar o excesso de cera presente nas lâminas foliares. Em seguida foram secos ao ponto crítico com CO₂ líquido, aderidos em porta espécime (Stubs) e posterior metalização com ouro (BOZZOLA & RUSSEL, 1992). Foram observados em microscópio eletrônico de varredura JEOL JSM-7001F do Laboratório de Microscopia Eletrônica do Departamento de Biologia Celular da Universidade de Brasília. As terminologias utilizadas para as descrições seguiram principalmente Metcalfe (1960), Ellis (1979), Graciano-Ribeiro *et al.* (2006), e Santos *et al.* (2010).

3. RESULTADOS

Em vista frontal temos **ZONAS COSTAIS** e **INTERCOSTAIS** distinguíveis (fig. 1 e 2). Nas zonas costais em ambas as faces ocorrem células longas, silicificadas, suberosas, bem como macro e microtricomas. Nas zonas intercostais ocorrem células longas, silicificadas, raras células suberosas, estômatos, macro e microtricomas em ambas as faces. Na face adaxial temos ainda as células buliformes.

Face abaxial

CÉLULAS LONGAS: apresentam formatos retangulares, são mais compridas do que largas, geralmente separadas por células silicificadas na zona costal; são recobertas por papilas, em maior quantidade na face adaxial, não permitindo que maiores detalhes sejam observados em microscopia eletrônica de varredura. Em microscopia óptica observa-se células longas, com paredes celulares periclinais fortemente sinuosas e espessas, e as paredes anticlinais côncavas (fig. 2).

PAPILAS: Ocorrem nas zonas costais e intercostais, recobrem todas as células em ambas as faces, exceto as silicificadas; são abundantes e encontram-se em maior densidade em *G. paniculata* e *G. sp. 02*. São globosas com distribuição organizada em uma ou duas fileiras; quanto aos formatos podem ser: simples, bifurcadas ou ramificadas (fig 03), de tamanhos variados. Não foram observadas em *G. magna*, *G. cf. magna* e *G. virgata* (fig. 2).

CÉLULAS SILICIFICADAS: são frequentes e estão dispostas em fileiras na zona costal e estão entre as células longas na região intercostal, são mais frequentes na zona costal. Em geral apresentam formato sela alta ou arredondada, ocorrendo também as de formato halteres, alta e estreita, e ainda de contorno ou forma nodular (fig. 5d-h).

CÉLULAS SUBEROSAS: São frequentes, apresentam formato crenado, e sempre que ocorrem estão em pares com as silicificadas, sendo que nem todas as silicificadas estão acompanhadas por suberosas (fig. 5g e h).

ESTÔMATOS: são frequentes em *G. sp. 01* e *G. sp. 02*, e abundantes em *G. paniculata*, *G. refracta*, *G. cf refracta*, *G. magna*, *G. cf magna* e *G. virgata*. Possuem tamanhos variados, e quanto aos formatos das células subsidiárias são classificados como: paralelas e/ou arredondadas observados em todas as espécies; em formato de cúpula em *G. sp 01*, *G. magna* e *G. cf. magna*, e também formato triangular em *G. magna* e *G. virgata*. Na maioria das espécies ocorrem papilas exceto em *G. magna*, *G. cf. magna* e *G. virgata* (fig. 6). As papilas podem estar dispostas ao redor dos estômatos, sobre as células guarda e células subsidiárias. O número de papilas ao redor dos estômatos difere entre as espécies, 6-12 papilas em *G. paniculata*; 7-12 em *G. sp01*; e 8-12 *G. refracta*, *G. cf. refracta* e *G. sp02*.

CÉLULAS INTERESTOMÁTICAS: Em microscopia óptica as células interestomáticas se mostraram retangulares a quadradas com paredes periclinais e anticlinais sinuosas (fig. 2). São recobertas por papilas que dificultam a visualização em microscopia eletrônica de varredura.

MACROTRICOMAS: unicelulares, apresentam tamanhos variados, com ápice afunilado; quanto à base, podemos classificar em dois tipos: dilatado em relação à espessura total e não dilatado (fig. 7^a e b). As papilas envolvem a base de todos os macrotricomas das espécies que possuem papilas. Quanto à localização foram observados apenas na região costal em *G. refracta*, *G. cf refracta*, *G. sp. 02* e *G. virgata*; em ambas as regiões (costal e intercostal) em *G. paniculata* e *G. magna*, embora sejam raros nessa última espécie; e apenas na região intercostal em *G. cf magna*.

MICROTRICOMAS: Geralmente ocorrem na zona intercostal, são bicelulares com tamanhos variados e formato classificado como “bastão” (fig. 7c e d). Quanto à localização ocorrem apenas na zona costal em *G. paniculata*, *G. sp. 02* e *G. virgata*; e em ambas as regiões (costal e intercostal) em *G. refracta*, *G. cf refracta* e *G. sp. 01*. Em algumas espécies foi difícil observá-los inteiros, pois a célula distal apresenta a parede fina sendo facilmente danificada e perdida. Não observados em *G. magna* e *G. cf. magna* (fig. 3 e 4).

ESPINHOS- “Prickle-hairs”: Possuem a base dilatada, também rodeadas por papilas, e ápice afunilado, ocorrem em todas as espécies (fig. 7d e f). Diferem

dos ganchos pelo formato do ápice, ganchos com ápice recurvado (fig. 7g e h), e espinhos com ápice reto. Quanto à localização, foram observados em ambas as regiões - costal e intercostal - em todas as espécies, exceto em *G. magna* e *G. cf magna*, nas quais são raros e ocorrem apenas na zona costal.

Face adaxial

Apresenta basicamente os mesmos tipos celulares da face abaxial (fig. 1 e 4), com exceção das células buliformes.

CÉLULAS BULIFORMES: Restritas à face adaxial na zona intercostal, estão dispostas em fileiras com formatos que variam de retangulares a quadradas com paredes celulares espessas em todas as espécies. Nestas células ocorrem papilas, exceto em *G. magna*, *G. aff. magna* e *G. virgata* (fig. 3).

CÉLULAS LONGAS: apresentam o mesmo formato que na face abaxial, são recobertas por papilas, no entanto em maior quantidade que na face abaxial, não permitindo que maiores detalhes sejam observados (fig. 1).

CÉLULAS SILICIFICADAS: apresentam os mesmos formatos observados na face abaxial, predominando o formato sela nas zonas costais e halteres, meia lua ou em forma de rim nas zonas intercostais (fig. 5d-h), sendo que são mais difíceis de serem observadas na zona intercostal devido à presença dos estômatos.

PAPILAS: São abundantes, apresentam os mesmos formatos que na face abaxial, e se diferenciam por estarem recobrendo os estômatos formando uma câmara (fig. 5a-c; 6a-f).

Microtricomas, ganchos e espinhos ocorrem em menor quantidade, e apresentam os mesmos formatos que na face abaxial. Os espinhos e ganchos na maioria das espécies são observados apenas na região intercostal, próximos as células buliformes, e na espécie *G. sp. 2*) também podem ocorrer na região costal. Enquanto os microtricomas estão localizados nas zonas

intercostais sempre próximos as células buliformes. Não foram observados em *G. magna*, *G. aff. magna* e *G. virgata*.

ESTÔMATOS: ocorrem em menor quantidade que na superfície abaxial, e são cobertos por papilas. O número de papilas por estômato varia de 7-15 formando uma câmara totalmente fechada ou parcialmente fechada (fig. 6 a-f).

4. DISCUSSÃO

A caracterização da epiderme foliar mostrou semelhanças entre as populações de *Guadua* estudadas, as células epidérmicas estão distribuídas em zona costal e intercostal, as folhas são anfihipoestomáticas com estômatos arranjados em bandas bem definidas na região intercostal, caracteres designados por Ellis (1979) e Metcalfe (1960) como sendo o padrão para Poaceae. Assim como células longas, células silicificadas dispostas transversalmente, células suberosas, células buliformes, microtricomas, espinhos, ganchos e papilas são considerados como padrão típico observado em Bambusoideae (Metcalfe, 1960; Renvoize, 1987; Judziewicz *et al.*, 1999).

As células longas apresentam paredes celulares espessas e sinuosidades irregulares, conforme verificado por Brandis (1907) em bambus e outras gramíneas. O mesmo foi observado em *G. angustifolia* f. atlântica (Montiel *et al.*, 2006c).

Papilas ocorrem em todas as células da epiderme em ambas as faces, exceto nas silicificadas. A presença de papilas em ambas as faces, principalmente associadas aos estômatos, é citada por Londoño (2002) como um dos caracteres que diferenciam *Guadua* de outros gêneros. No entanto, a ausência dessa estrutura em três das oito populações aqui analisadas nos

instiga a ampliar o número de espécies a fim de determinar se essa característica é realmente distintiva para o gênero, uma vez que Lizarazu *et al.* (2013) verificaram também a ausência de papilas em ambas as faces de *G. angustifolia* Kunth, *G. calderoniana* Londono & Judz, *G. chacoensis* (Rojas) Londoño & P.M. Peterson, *G. macclurei* R.W. Pohl & Davidse, *G. tagoara* Kunth, *G. trinii* (Nees) Nees. ex. Rupr., *G. uncinata* Londono & L. G. Clark e *G. variegata* Lizarazu. Assim como Montiel *et al.* (2006a; 2006b; 2006c; 2006d) em três variedades de *G. angustifolia*, em *G. macclurei* e *G. amplexifolia* J. Presl. coletadas na Costa Rica; e Panizzo (2016) observou a ausência de papilas em *G. chacoensis* coletada na Argentina. Salienta-se abundantes papilas em *G. paniculata* em ambas as faces, fato também observado por Montiel *et al.* (2006a). Em todas as espécies ocorrem estômatos em ambas as faces, o que é usual dentro da subtribo Guadineae (Soderstrom & Ellis, 1987). Quanto ao formato dos estômatos, foram observados os tipos triangular, cúpula e paralelo, sendo possível identificar a ocorrência de mais de um tipo na mesma folha, assim como cita Metcalfe (1960). Sendo que *G. magna* e *G. aff. magna* apresentam os três tipos, as demais apresentam estômatos paralelos e em cúpula, exceto *G. virgata* com apenas o tipo cúpula, como observado por Lizarazu (2013) em *G. variegata* e *G. macclurei* (Montiel *et al.*, 2006b).

A presença de papilas associadas aos estômatos é um aspecto importante na sistemática dos bambus, principalmente para Guadineae (Soderstrom & Ellis, 1987). Em cinco das populações analisadas as papilas estão associadas aos estômatos formando um tipo de câmara totalmente fechada ou parcialmente fechada na face adaxial e ao redor na face abaxial, e em três populações *G. magna*, *G. aff. magna* e *G. virgata* estão ausentes.

Lizarazu (2013) também observou variações nas espécies analisadas, com ocorrência em ambas as faces (*G. paniculata*), somente na face adaxial (*G. paraguayana*, *G. sarcocarpa* e *G. ciliata*) e ausente em *G. angustifolia*, *G. calderoniana*, *G. macclurei*, *G. tagoara*, *G. trinii* e *G. variegata*. Esses resultados reforçam a necessidade de mais estudos na subtribo para elucidar o valor desse carácter.

Células silicificadas em forma de sela e halteres, dispostas transversalmente, foram citadas por Renvoize (1987) para Bambusoideae. Os formatos predominantes nas populações de *Guadua* aqui estudadas foram sela e halteres, além destes, também foram observados os formatos altas estreitas e nodulares, complementando as informações do autor supracitado. Segundo Metcalfe (1960) e Piperno & Pearsall (1998), além de ser uma importante característica na família Poaceae, os formatos das células silicificadas podem ser amplamente utilizados para auxiliar a taxonomia, por não sofrerem variações de formato advindas do ambiente. Lizarazu (2013) observou apenas o formato halter em *G. variegata*. Os resultados mostram que houve um predomínio dos tipos halter e sela citados para o gênero, e o tipo nodular o qual ainda não foi citado em estudos anteriores.

As funções das células silicificadas estão relacionadas com solucionar problemas de balanço hídrico, refletância de radiação solar na epiderme. Conferem também uma barreira ao ataque de patógenos e dão reforço mecânico às estruturas vegetativas (Motomura *et al.*, 2004). A maior ocorrência das células silicificadas na face adaxial reforça essa hipótese.

Os microtricomas observados são constituídos por duas células (bicelulares) chamados de bastão por Tateoka et al. (1959), sendo que microtricomas unicelulares também podem ser observados em algumas Poaceae (Alvares, 2005), já Montiel et al. (2006b) verificaram microtricomas tricelulares para a espécie *G. macclurei* da Costa Rica, essas variações não foram observadas nas populações em estudo. Não foram observados microtricomas em duas populações estudadas: *G. magna* e em *G. aff. magna*. Considerando que a presença de microtricomas é citada por Judziewicz et al. (1999) como sinapomorfia em Bambusoideae, tais espécies necessitam de mais análises a fim de reforçar os resultados aqui inferidos.

Conforme Metcalfe (1960) e Judziewicz et al. (1999) os bambus podem ter macrotricomas unicelulares e alongados em uma ou em ambas as faces da lâmina foliar. Os macrotricomas variaram em comprimento e espessura, ocorrendo nas zonas costais, intercostais, sobre a nervura central e na margem foliar. Segundo Santos et al. (2010) são comuns variações na densidade dos macrotricomas entre espécies de gramíneas bem como variações entre indivíduos de uma mesma população. Sabe-se, no entanto, que a observação deste caráter depende do processo de preparo das lâminas, pois parte dos tricomas pode ser perdido. Montiel et al. (2006c) relata a ocorrência de tricomas unicelulares na zona costal da face abaxial em *G. angustifolia* f. atlântica e ausência em *G. angustifolia* f. sur. Estão ausentes também em *G. amplexifolia* na face abaxial (2006d).

Estudos realizados por Montiel et al. (2006a; 2006b; 2006c; 2006d) analisando a ultraestrutura das espécies *G. angustifolia* var. Atlântica”, “Sur” e “Cebolla”, *G. macclurei*, *G. paniculata*, e *Guadua amplexifolia* J. Presl.

verificaram basicamente as mesmas características descritas neste estudo, acrescentando ainda a ausência de macrotrichomas em *G. angustifolia* var Cebolla e *G. angustifolia* var sur; raros ganchos e espinhos em *G. amplexifolia*, caracteres também observadas por Panizzo *et al.* (2016) para *G. chacoensis*.

Relação com o ambiente

Para Ellis (1979) as paredes fortemente sinuosas das células longas são resultados do estresse sofrido pela planta durante o desenvolvimento da folha, ainda segundo os autores, tal adaptação decorre dos movimentos de expansão e contração das folhas durante os processos de entrada e saída de água, assim, as sinuosidades estão envolvidas na proteção contra o murchamento, evitando o colapso paredes celulares. Nesse sentido, é importante para plantas que crescem sob alta incidência luminosa e baixa disponibilidade de água, como é o caso de algumas populações deste estudo. Todavia, as espécies *G. magna*, *G. aff. magna*, *G. aff. refracta* e *G. virgata* foram coletadas em beira de córrego e também apresentaram células longas com paredes sinuosas.

Segundo Dickison (2000) a baixa disponibilidade hídrica pode causar grandes variações nas características anatômicas das folhas em geral, e na estrutura epidérmica tais variações podem se revelar como alterações na densidade de tricomas, papilas e conformidade das células epidérmicas comuns.

A função das papilas sobre a epiderme foliar ainda não foi totalmente estabelecida, entretanto Judziewicz *et al.* (1999) associaram a densidade destas como um recurso da planta a diferentes condições ambientais tais como

temperatura, umidade e incidência de luz solar, sendo provável que nas populações de *Guadua* aqui estudadas as papilas também realizem função de proteção juntamente com as células silicificadas evitando, assim, o superaquecimento e consequente ressecamento das folhas. Visto que as três populações em que as papilas não foram observadas foram coletadas em zona de mata de galeria em beira de córrego, podemos concordar com o autor ao associar a ocorrência e densidade destas com a disponibilidade de água no ambiente.

A abundância das células silicificadas nas populações estudadas concordam com as afirmações de Motomura *et al.* (2004) ao relacionar a ocorrência dessas células com a refletância da radiação solar na epiderme, conferem também uma barreira ao ataque de patógenos e reforço mecânico das estruturas foliares.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies estudadas apresentaram características epidérmicas comuns as já conhecidas para Poaceae e Bambusoideae, algumas podem estar relacionadas a ambientes xeromórficos como: abundância de tricomas e papilas, células longas com paredes sinuosas, e estômatos recobertos por papilas. Sugere-se que estas características estejam relacionadas à economia de água diante de variações ambientais que possam ocorrer durante o desenvolvimento destas plantas, visto que cinco das populações foram coletadas em beira de estrada, ambientes com alta incidência luminosa.

Os resultados mostram que a ausência de papilas na epiderme em ambas as faces da folha verificadas em *G. magna*, *G. cf magna* e *G. virgata* são caracteres que podem delimitar estas populações.

Podemos concluir que caracteres anatômicos da epiderme, são informativos e importantes para a relação taxonômica em espécies *Guadua*, características como a ocorrência e o formato das células silicificadas na epiderme e a abundância de papilas já foram citadas para outras espécies pertencentes à *Guadua*. No entanto a ausência de papilas em algumas espécies tanto neste estudo quanto no de outros autores, sugerem que tal característica deva ser mais estudada para todas as espécies do gênero, visto que o ambiente pode ter influência sobre o desenvolvimento dessas estruturas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, J.M.; ROCHA, J.F.; MACHADO, S.R. Estrutura foliar de *Loudetiopsis chrysothrix* (Nees) Conert e *Tristachya leiostachya* Nees (Poaceae). **Revista Brasileira de Botânica**. v.28, n.1. p. 23-37, 2005.
- BOZZOLA, J. J.; RUSSEL, L. D. Electron Microscopy: Principles and Techniques for Biologists. Boston: **Jones & Batlett Publisher**. pp.340-450, 1992.
- BRANDIS, S.D. Remarks on the Struture of Bamboo Leaves. Transactions of the Linnean Society of London. v.2(7). pp. 69-92. 1907.
- ELLIS, R.P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf-blade as viewed in transverse section. **Bothalia**. v.12. pp. 65-109. 1976.
- ELLIS, R.P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae II: The epidermis as seen in surface view. **Bothalia**. v.12. pp. 641-671. 1979.
- FILGUEIRAS, T. S. & SANTOS-GONÇALVES, A. P. A cheklist of the basal grasses and bamboos in Brazil. **Bamboo Science and Culture**, v. 18, n. 1, p. 7-18. 2004.
- FRANKLIN, G.L. Preparation of thin seccions of syntetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature**. v.155(51). 1945.
- GALVÃO, F.; AUGUSTIN, G.R.C.; COSMO, N.; KOZERA, C.; DOMANOWSKI, B.P.; SAWCZUK, T.A. Impacto de *Guadua paraguayana* sobre remanescente de floresta ombrófila mista aluvial – Uma abordagem biogeoquímica. *Floresta*. v.42(2). pp. 355-368. 2012.
- GPWG (Grass Phylogeny Working Group). New grass phylogeny resolves deep evolutionary relationships and discovers C4 origins. **New Phytologist**. v.193. pp. 304- 312. 2012.
- GPWG, Phylogeny and subfamilial classification of the grasses (Poaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**. v.88. pp. 373-457. 2001.
- GRACIANO-RIBEIRO, D.; FILGUEIRAS, T. D; SANTOS-GONÇALVES, A. P. Roteiro Mínimo para Estudo Anatômico dos Bambus (Poaceae: Bambusoideae). In: **Anais do I Seminário Nacional do Bambu**. Brasília-DF, set. 2006.
- GRECO, T. M.; CROMBERG, M. Bambu cultivo e manejo. 1. Ed. Florianópolis. SC: Insular. 184 p. 2011.
- JENSEN, W. A. Botanical Histochemistry: principles and practices. São Francisco: W.H. Freeman, 1962.

- JUDZIEWICZ, E. J.; CLARK, L. G.; LONDOÑO, X. & STERN, M. J. **American bamboos**. Washignton, D. C., Smithsonian Institution Press, 392 pp, 1999.
- JUDZIEWICZ, E. J.; CLARK, L. G. Classification and biogeography of New World grasses: Anomochlooideae, Pharoideae, Ehrhartoideae, and Bambusoideae. *Aliso: A Journal of Systematic and Evolutionary Botany*. v. 23. p. 303–314. 2007.
- KELCHNER, S.A.; BPG. Higher level phylogenetic relationships within the bamboos (Poaceae: Bambusoideae) based on five plastid markers. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 67, p. 404-413. 2013.
- LINDHOLM, M.; PALM, S. *Guadua chacoensis* in Bolivia an investigation of mechanical properties of a bamboo species. **Linköping**, Department of Management and Engineering Centre for Wood Technology & Design. Pp.127. 2007.
- LIZARAZU, M.A.; RÚGULO DE AGRASAR, Z.E.; VEGA, A.S. A New Species of *Guadua* (Poaceae, Bambusoideae, Bambuseae) and Synopsis of the Genus in Argentina and Neighboring Regions. **Systematic Botany**. v. 38. pp. 1062-1075, 2013.
- LONDOÑO, X. Distribuição, morfologia, taxonomia, anatomia, floresta e usos bambus do novo mundo. Cadeira de Mestrado em Construção - Modulo *Guadua*, Arquitetura, da Universidade Nacional da Colômbia, Bogotá, 2002. Disponível em: <http://www.hof-landlust.de/scb/taller.html>. Acesso em 10 ago. 2016.
- MÁRQUEZ, L.; GARCÍA, M.; DOUGLAS, M. Anatomía foliar de *Guadua angustifolia* Kunth, *G. amplexifolia* PRESL. Y *Elytrostachys typica* McClure (POACEAE, BAMBUSOIDEAE). **Ernstia**. v. 21. pp. 91-109, 2011.
- METCALFE, C. R. Anatomy of the Monocotyledons. I. Gramineae. Oxford University Press. Amen House. Londres, 1960.
- MONTIEL, M. GUEVARA, E.; JIMÉNEZ, V.M. Ultraestructura del bambú *Guadua paniculata* (Poaceae: Bambusoideae) de Costa Rica. **Revista Biología Tropical**. V. 54. p. 29-34, 2006a.
- MONTIEL, M.; GUEVARA, E.; JIMÉNEZ, V.M. Ultraestructura del bambú *Guadua macclurei* (Poaceae: Bambusoideae) de Costa Rica. **Revista Biología Tropical**. v. 54. p. 35-42, 2006b.
- MONTIEL, M.; JIMÉNEZ, V.M.; GUEVARA, E. Caracterización anatómica ultraestructural de tres variaciones de la especie de bambú *Guadua angustifolia*, “Atlántica”, “Sur” y “Cebolla”, en Costa Rica. **Revista Biología Tropical**. v. 54. p. 1-12, 2006c.
- MONTIEL, M.; JIMÉNEZ, V.M.; GUEVARA, E. Ultraestructura del bambú *Guadua amplexifolia* (Poaceaea: Bambusoideae) presente en Costa Rica. **Revista Biología Tropical**. v. 54. p. 21-28, 2006d.

MOTOMURA, H.; FUJII, T.; SUZUKI, M. Sílica deposition in relation to ageing of leaf tissues in *Sasa veitchii* (Carrière) *Rehder* (Poaceae: Bambusoideae). **Annals of Botany**. v. 93. p. 235-248. 2004.

PAIVA, J.G.A.; FRANK-DE-CARVALHO, S.M; MAGALHÃES, M.P.; GRACIANO-RIBEIRO, D. Verniz vitral incolor 500®: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. **Acta Botânica Brasileira**. v.20(2). Pp. 257-264. 2006.

PANIZZO, C.C.; FERNANDEZ, P.V. COLOMBATTO, D. CIANCIAB, M.; VEGA, A.S. Anatomy, nutritional value, and cell wall chemical analysis of foliage leaves in *Guadua chacoensis* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae), a promising source of forage. 2016.

PIPERNO, D.R.; PEARSALL, D.M. The Silica Bodies of Tropical American Grasses: Morphology, Taxonomy, and Implications for Grass Systematics and Fossil Phytolith Identification In: Smithsonian contributions to botany. Washington, D.C.: **Smithsonian** Institution Press. v. 85. pp.1-40. 1998.

PRAT, H. La Systématique des Graminées. **Annales des Sciences Naturelles Botanique**. Ser., 10(18). p. 165-257. 1936.

RENVOIZE, S.A. A survey of leaf-blade anatomy in grasses IV: Eragrostidaeae. **Kew Bulletin**. v.38(3). pp. 469-478. 1983.

SANTOS, S. A; DESBIEZ, A. L. J; MAGALHÃES, J. A; GARCIA, J. B; SOBRINHO, A. A. B, Descritores epidérmicos de gramíneas: um guia para identificação da dieta de herbívoros usando o programa Delta. Boletim de Pesquisa. **Embrapa Pantanal Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal)**, Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal v. 95, p. 1-64. 2010.

SHIRASUNA, R.T. *Guadua* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB13247>>. 2015.

SODERSTROM, T.R. & ELLIS, R.P. The position of bamboo genera and allies in a system of grass classification. In: **Grass Systematic Evolution**, eds T.R. Soderstrom, K.W. Hilu, C.S. Campbell & M.E. Barkworth: Smithsonian Institution. p. 225-238, 1987.

SODERSTROM, T.R.; JUDIZIEWICZ, E.J.; CLARK, L.G. Distribution patterns of Neotropical Bamboos. In: Vanzolini, P.E.; Heyer, R.E. (eds.). **Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns**, 1988.

TATEOKA, T.; SUKEMITSO, I.; KAWANO, S. Systematic Significance of Bicellular Microhairs of Leaf Epidermis. **Botanical Gazette**. v.121. p.80-91, 1959.

ZHANG, W. & CLARK, L.G. Phylogeny and classification of the Bambusoideae (Poaceae). In: S.W.L. Jacobs & J. Everert (eds.). **Grass Systematics and Evolution**. Melbourne, CSIRO, 2000.

Tabela 01: Lista de espécies de *Guadua* Kunth. Estudadas com os respectivos locais, data de coleta, coordenadas, coletores e número de coleta.

Espécie	Local	Data	Coordenadas	Coletores	Nº de coleta
<i>Guadua cf. magna</i>	Reserva do Cabaçal - MT	25/01/16	15°06'003"S 058°28'500"W	Graciano-Ribeiro et al.	428
<i>Guadua cf. refracta</i>	Brasília - DF	20/09/15	15°94'284"S 047°61'886"W	Graciano-Ribeiro et al.	419
<i>Guadua chacoensis</i> (Rojas) Londoño & P.M. Peterson	Senador Canedo - GO	03/05/15	16°72'087"S 049°13'259"W	Graciano-Ribeiro et al.	399
<i>Guadua magna</i> Londoño & Filg.	Itaguari - GO	29/04/15	15°56'482"S 049°35'656"W	Graciano-Ribeiro et al.	398
<i>Guadua paniculata</i> Munro	Cavalcante - GO	04/06/15	13°28'74.3"S 047°57'71.7"W	Graciano-Ribeiro et al.	405
<i>Guadua refracta</i> Munro	BR 020 Km 44 Brasília - DF	30/08/15	15°22'247"S 047°06'169"W	Graciano-Ribeiro et al.	416
<i>Guadua sp. 01</i>	Estrada para Curvelândia - MT	24/01/16	15°34'055"S 057°56'592"W	Graciano-Ribeiro et al.	425
<i>Guadua sp. 02</i>	Figueirópolis - MT	27/01/16	15°24'519"S 058°37'529"W	Graciano-Ribeiro et al.	429
<i>Guadua sp. 03</i>	Goiânia - GO	06/05/15	-	Graciano-Ribeiro et al.	400
<i>Guadua virgata</i> (Trin.) Rupr.	Arinos - MG.	21/05/16	15°53'096"S 046°20'737"W	Cunha-Santana et al.	435

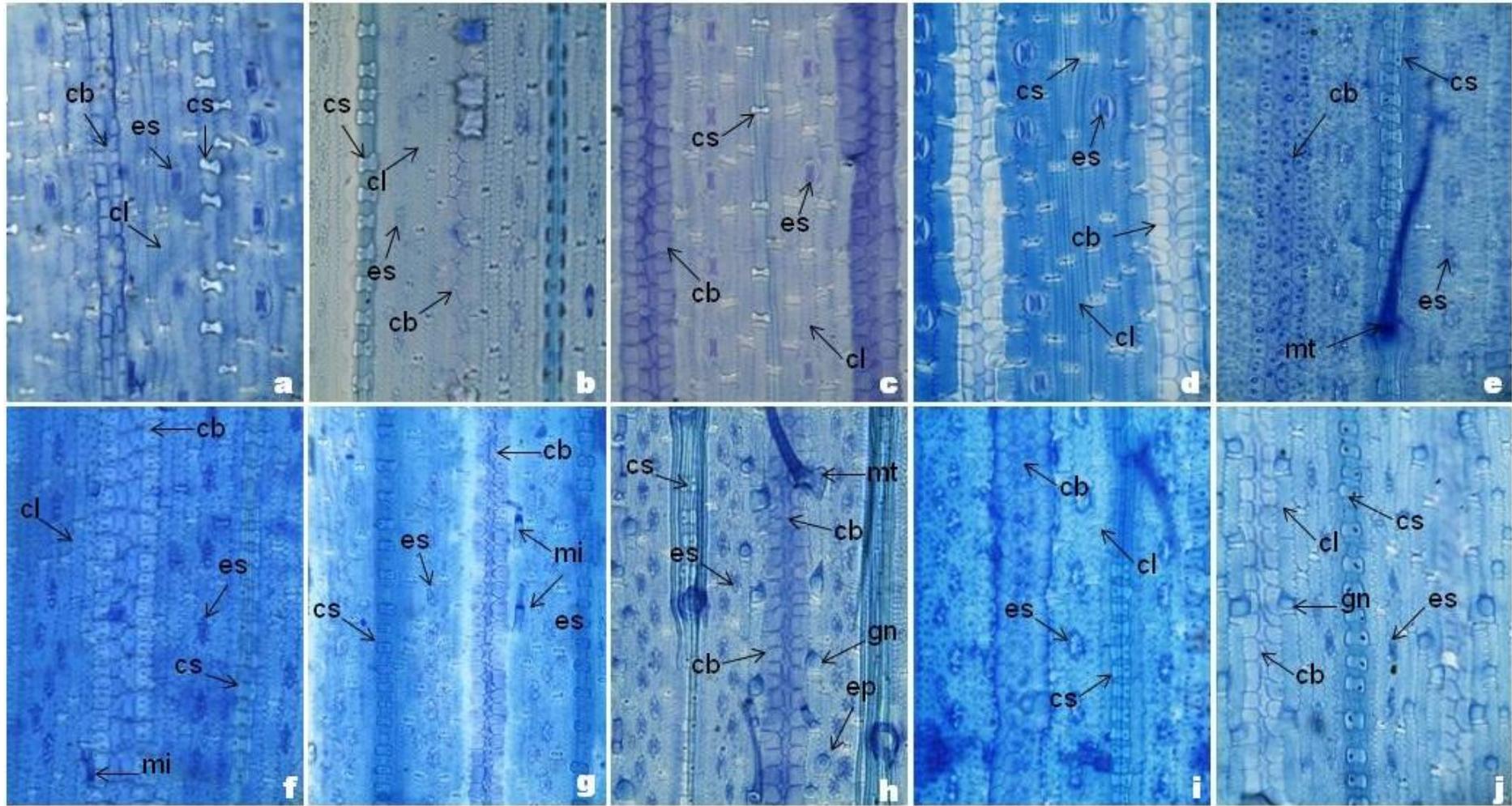


Figura 01: Superfície foliar das populações de *Guadua* estudadas evidenciando a face adaxial. **a:** *G. cf magna*; **b:** *G. cf refracta*; **c:** *G. chacoensis*; **d:** *G. magna*; **e:** *G. paniculata*; **f:** *G. refracta*; **g:** *G. sp 01*; **h:** *G. sp 02*; **i:** *G. sp 03*; **j:** *G. virgata*. **cb:** células buliformes; **es:** estômato; **cs:** célula silicificada. **cl:** célula longa; **mt:** macrotricoma; **mi:** microtricoma; **ep:** espinho; **gn:** gancho. Aumento: 100µm.

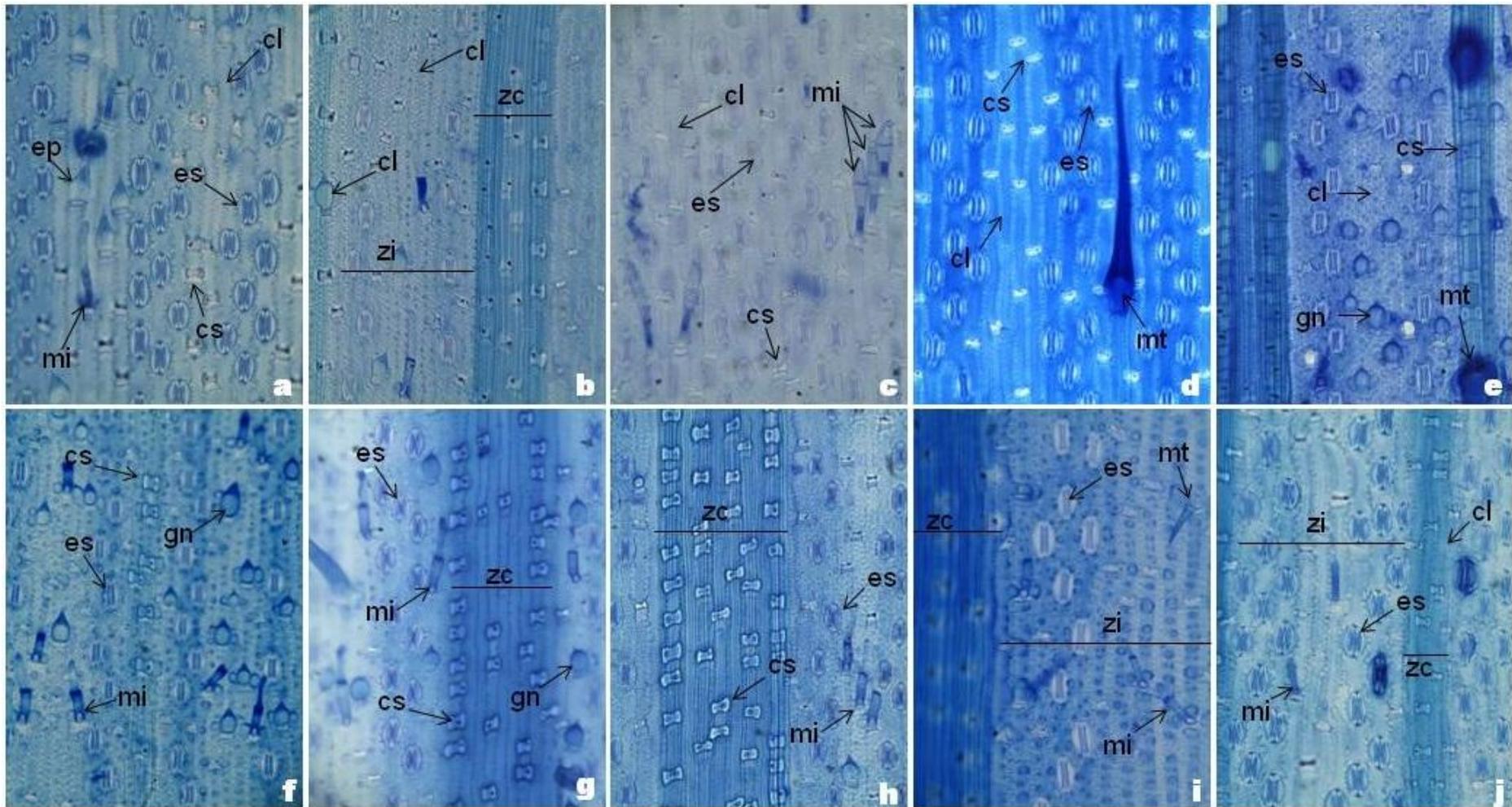


Figura 02: Superfície foliar das populações de *Guadua* estudadas evidenciando a face abaxial. **a:** *G. cf magna*; **b:** *G. cf refracta*; **c:** *G. chacoensis*; **d:** *G. magna*; **e:** *G. paniculata*; **f:** *G. refracta*; **g:** *G. sp 01*; **h:** *G. sp 02*; **i:** *G. sp 03*; **j:** *G. virgata*. **zc:** zona costal; **zi:** zona intercostal; **cb:** células buliformes; **es:** estômato; **cs:** célula silicificada. **cl:** célula longa; **mt:** macrotricoma; **mi:** microtricoma; **ep:** espinho; **gn:** gancho. Aumento: 100µm.

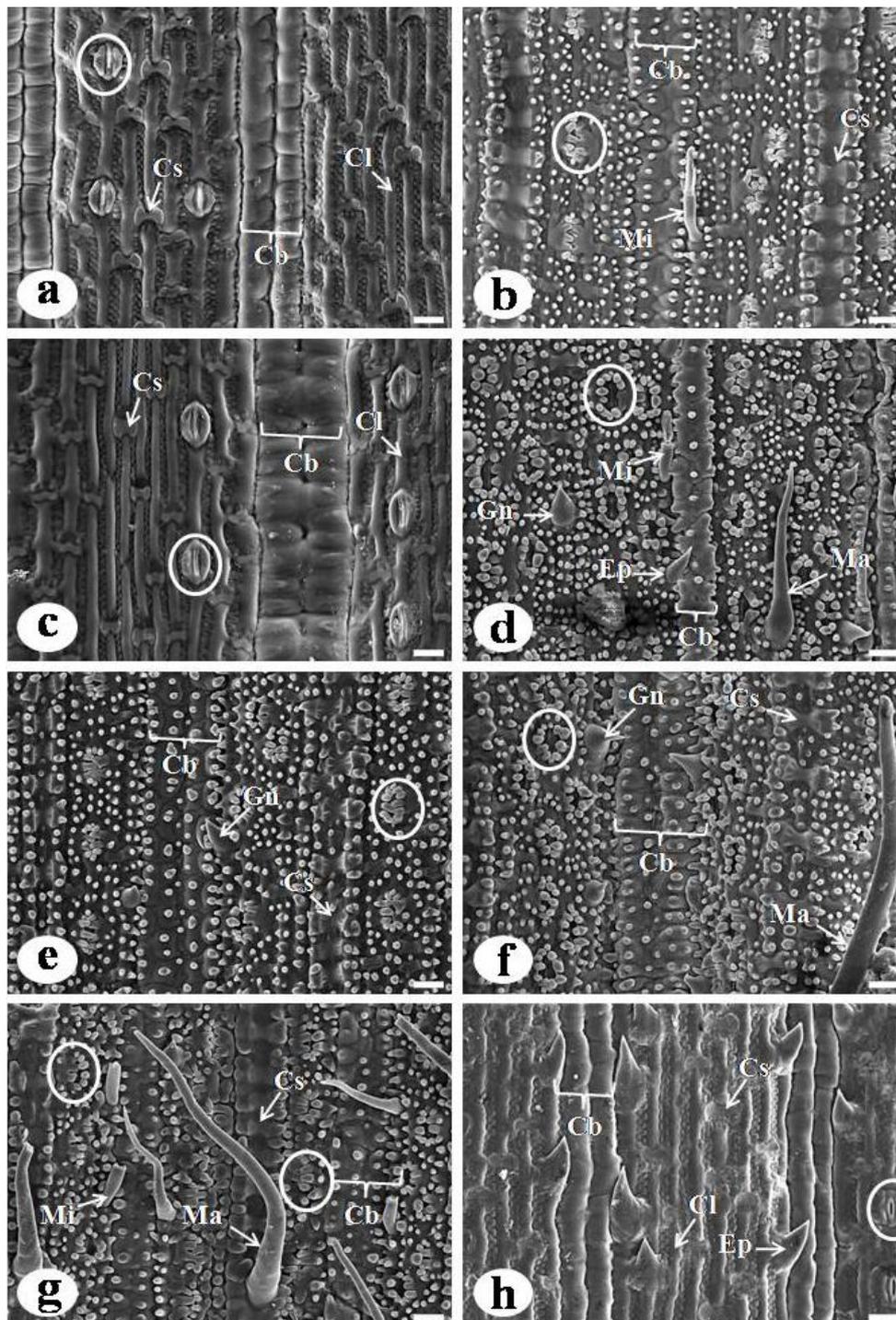


Figura 3: Epiderme adaxial das populações de *Guadua* Kunth estudadas, vistas em microscopia eletrônica de varredura, evidenciando a organização e disposição das células. **a:** *G. aff. magna*; **b:** *G. aff. refracta*; **c:** *G. magna*; **d:** *G. paniculata*; **e:** *G. refracta*; **f:** *G. sp. 1*; **g:** *G. sp. 2*; **h:** *G. virgata*. Zc: zona costal; Zi: zona intercostal; Cs: célula silicificada; Es: estômato; Ep: espinhos; Mi: microtricomas; Ma: macrotricomas; Ci: células invaginantes. Zc: zona costal; Zi: zona intercostal; Cb: células buliformes; Cs: célula silicificada; Es: estômato; Ep: espinhos; Mi: microtricomas; Ma: macrotricomas; Ci: células invaginantes; círculos demarcam os estômatos. círculos mostram os estômatos. Barra = 100µm

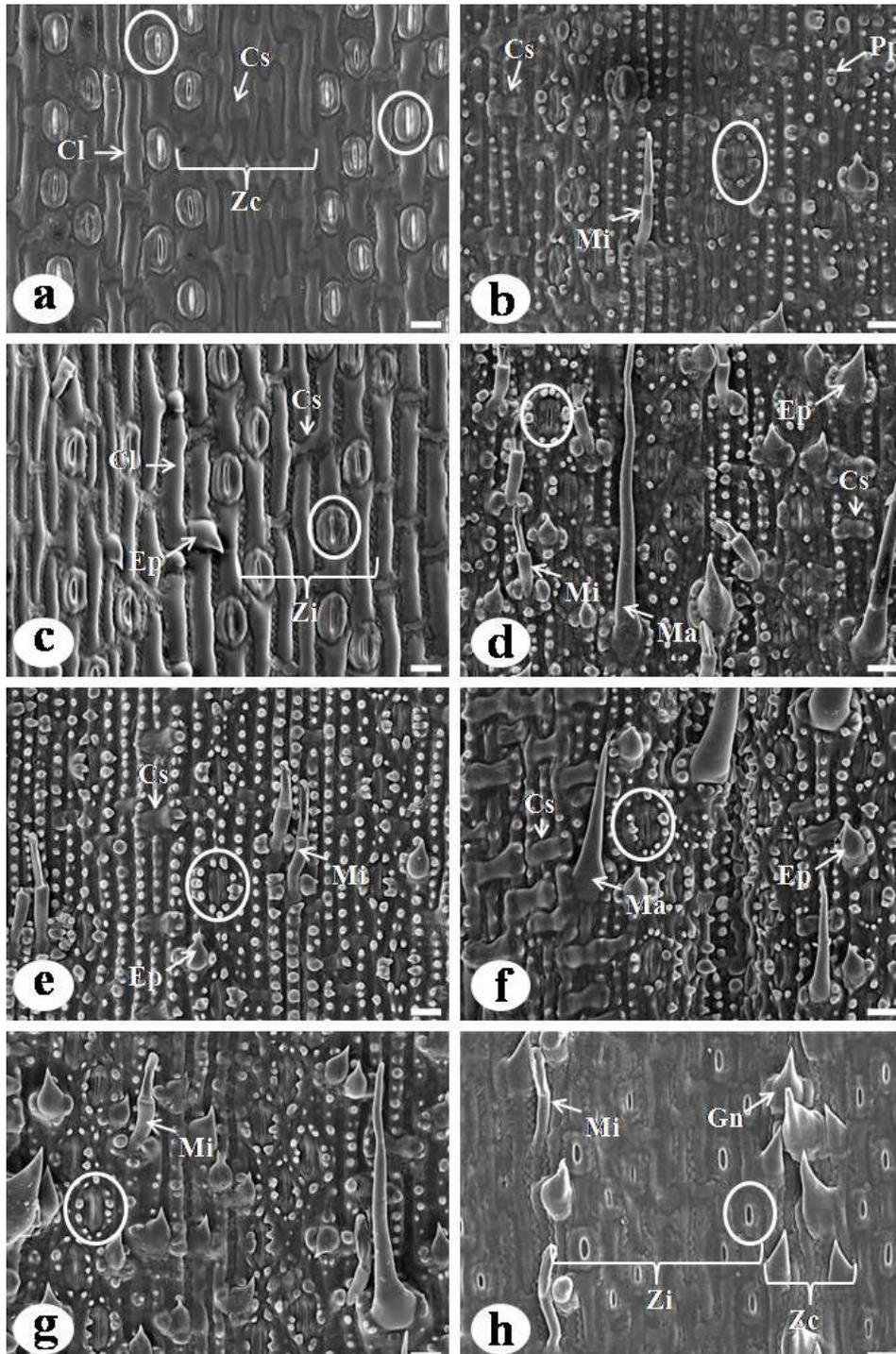


Figura 4: Epiderme abaxial das populações de *Guadua* Kunth estudadas, vistas em microscopia eletrônica de varredura, evidenciando a organização e disposição das células. **a:** *G. aff. magna*; **b:** *G. aff. refracta*; **c:** *G. magna*; **d:** *G. paniculata*; **e:** *G. refracta*; **f:** *G. sp. 1*; **g:** *G. sp. 2*; **h:** *G. virgata*. Zc: zona costal; Zi: zona intercostal; Cs: célula silicificada; Es: estômato; Ep: espinhos; Mi: microtricomias; Ma: macrotricomias; Ci: células invaginantes; círculos demarcam os estômatos. Barra = 100µm.

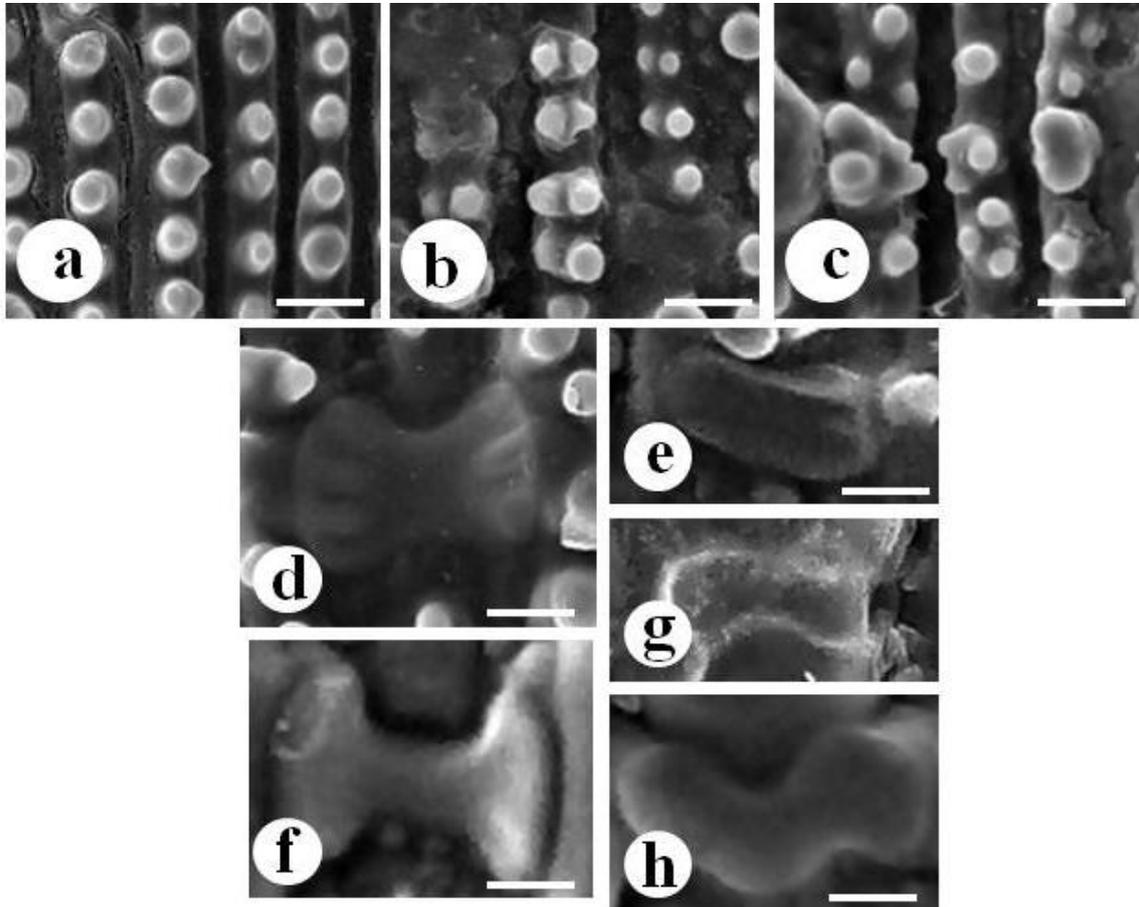


Figura 5: Detalhes das estruturas celulares: papilas e células silicificadas. **a**: papilas simples; **b**: papilas bifurcadas; **c**: papilas ramificadas. **d**: célula silicificada de formato sela; **e**: célula silicificada de formato arredondado; **f**: célula silicificada de formato halter; **g**: célula silicificada de formato reniforme; **h**: célula silicificada de formato nodular. Barra = 100 μ m.

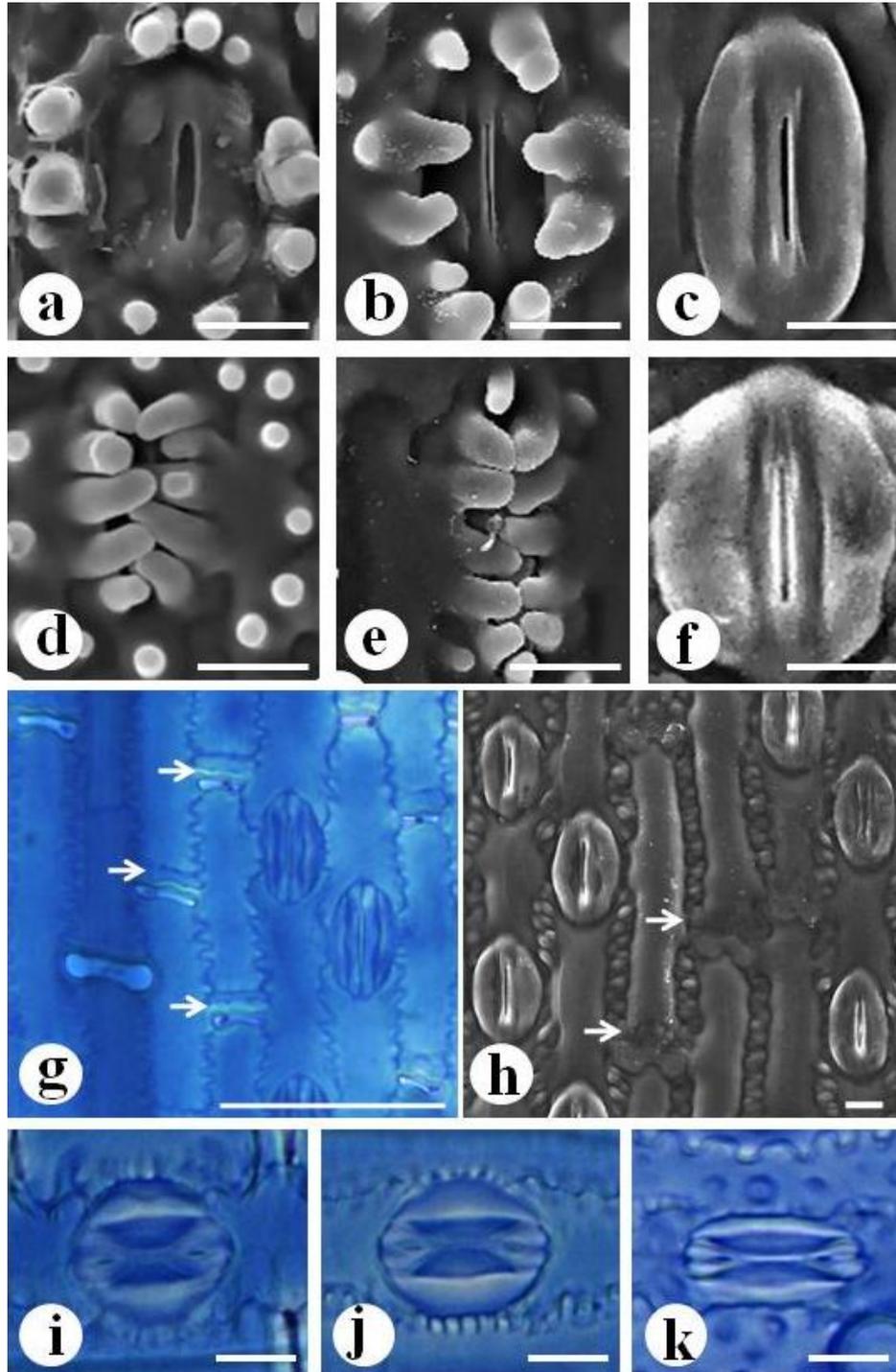


Figura 6: Detalhe dos estômatos observados nas populações de *Guadua* estudadas. **a**; **b**: superfície abaxial, estômatos rodeados por papilas; **c**: estômato abaxial com papilas ausentes em *G. magna*. **d**, **e**: superfície adaxial papilas formando câmara protetora; **f**: estômato adaxial com papilas ausentes em *G. aff. magna*. Barra = 100 μ m. **g**, **h**: detalhe das células suberosas aos pares com as silicificadas; **i**: estômato de formato cúpula; **j**: estômato de formato triangular; **k**: estômato de formato paralelo.

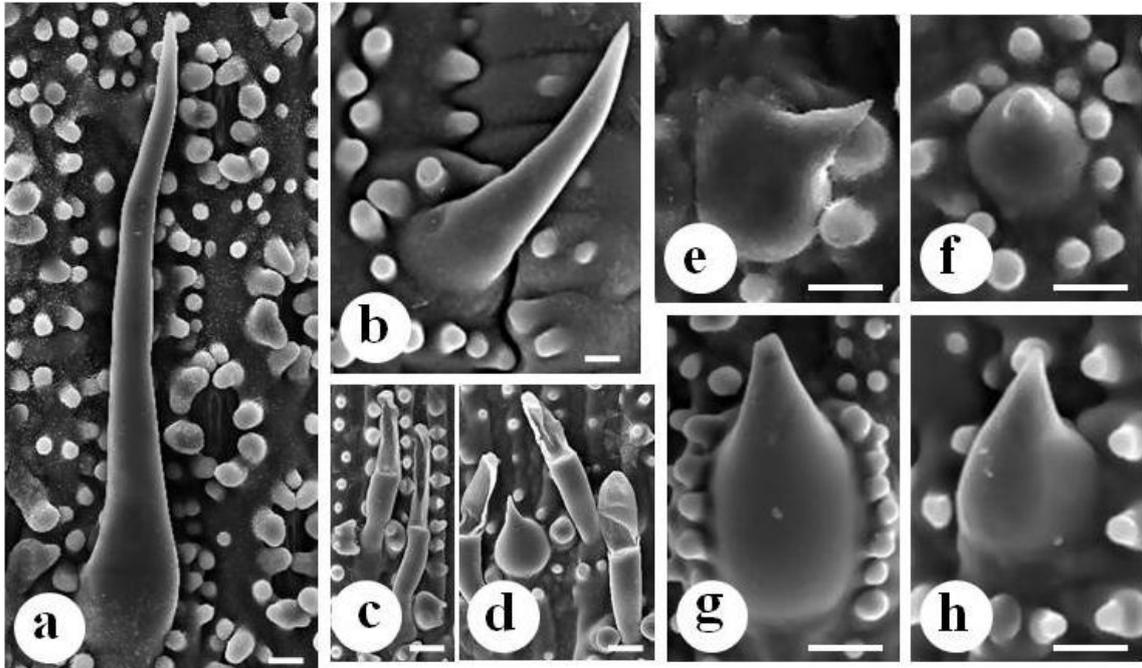


Figura 7. Detalhe dos tricomas vistos em microscopia eletrônica de varredura. a: macrotricoma longo com base envolta por papilas; b: macrotricoma curto, com a base recoberta por papilas; c, d: microtricomas bicelulares; e, f: espinhos com base dilatada e ápice reto; g, h: ganchos com base dilatada, envolta por papilas e ápice recurvado. Barra = 100 μ m.

CAPÍTULO 02

Aspectos anatômicos em secção transversal da lâmina foliar de populações *Guadua* Kunth (POACEAE: BAMBUSODEAE: GUADUINAE) ocorrentes no Brasil

Para este capítulo seguiram-se as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

RESUMO

1. INTRODUÇÃO

A subfamília Bambusoideae é dividida em: Olyreae, bambus herbáceos, Bambuseae bambus lignificados tropicais e Arundinarieae bambus lignificados de clima temperado (ZHANG & CLARK, 2000; LONDOÑO, 2004). Bambuseae é a mais numerosa e de ampla distribuição. Dentre Bambuseae temos *Guadua* Kunth. O gênero foi descrito por Kunth (1822) apud Londoño e Peterson (1992), reúne bambus neotropicais lignificados com espinhos, pertencentes à subtribo Guaduinae que engloba também os gêneros: *Olmeca* Soderstr, *Otatea* (McClure & E.W.Sm.) C.E. Calderón & Soderstr, *Eremocaulon* Soderstr. & Londoño e *Apoclada* McClure (SODERSTROM & LONDOÑO, 1987; JUDZIEWICZ *et al.*, 1999; LONDOÑO & CLARK, 2002; RUIZ-SANCHEZ *et al.*, 2008; 2011).

Constituem um grupo monofilético (RUIZ-SANCHEZ *et al.*, 2008; FISHER *et al.*, 2009), contém cerca de 28 espécies e ocorrem em toda a América tropical, do México para o norte da Argentina (LONDOÑO & PETERSON, 1992), apresentando sua maior diversidade na região amazônica da Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela (LONDOÑO, 2013).

Importantes caracteres diagnósticos que distinguem este gênero de outros bambus são colmos lignificados, folhas do colmo triangulares, nas quais as margens da bainha e da lâmina são contíguas, e possuem uma faixa de tricomas brancos curtos acima e/ou abaixo da linha nodal; quanto a anatomia apresentam grande número de estômatos em ambas as superfícies das folhas (JUDZIEWICZ *et al.*, 1999) e abundantes papilas em torno dos estômatos adaxiais (JUDZIEWICZ & CLARK, 2007).

Guadua, assim como outros bambus lignificados, possui floração do tipo gregária e monocárpica, devido a esse padrão os indivíduos geralmente são encontrados em sua fase vegetativa, dificultando assim a identificação das espécies (CARVALHO, 2009). Com isso a identificação de novos caracteres anatômicos tem um importante significado taxonômico, contribuindo para a determinação do material vegetativo (GUERREIRO *et al.*, 2013).

Os trabalhos taxonômicos sobre Bambus devem incluir informações sobre anatomia, pois esta constitui uma ferramenta básica para os sistemas de classificação (LONDOÑO & Clark, 2004).

O presente estudo buscou analisar em secção transversal os aspectos da anatomia foliar de 10 populações de *Guadua* Kunth a fim de buscar dados que possam auxiliar na caracterização do gênero.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

Amostras das folhas da ramificação foram coletadas em diferentes localidades (tabela 01). Foi selecionada a terceira folha, totalmente expandida, contando do ápice para a base do ramo, de três indivíduos em cada população e armazenadas em etanol 70% + glicerina 50% (JENSEN, 1962). Foram confeccionadas exsiccatas dos materiais vegetais obtidos e depositadas no herbário da Universidade Federal de Goiás.

Estudo anatômico

Foram feitas secções transversais à mão livre na região mediana das folhas coletadas, em seguida clarificadas com hipoclorito de sódio 20% e 50% respectivamente (KRAUS & ARDUIN, 1997), e submetidas à dupla coloração com azul de astra 1% e safranina 1% (3:1), as lâminas permanentes foram montadas em lâmina e lamínula utilizando resina sintética (PAIVA *et al.*, 2006).

As fotomicrografias foram obtidas com auxílio de microscópio ótico Leica DM 500 com câmara digital (Leica ICC50) acoplada e software LAS EZ versão 1.8.1. As descrições anatômicas seguiram de acordo com Metcalfe (1960), Ellis (1976) e Graciano-Ribeiro *et al.* (2006).

Tabela 01: Lista de espécies de *Guadua* Kunth coletadas com localidade, data, coordenadas, coletores e número de coleta.

Espécie	Local	Data	Coordenadas	Coletores	Nº de coleta
<i>Guadua cf. magna</i>	Reserva do Cabaçal - MT	25/01/16	15°06'003"S 058°28'500"W	Graciano-Ribeiro et al.	428
<i>Guadua cf. refracta</i>	Brasília - DF	20/09/15	15°94'284"S 047°61'886"W	Graciano-Ribeiro et al.	419
<i>Guadua chacoensis</i> (Rojas) Londoño & P.M. Peterson	Senador Canedo - GO	03/05/15	16°72'087"S 049°13'259"W	Graciano-Ribeiro et al.	399
<i>Guadua magna</i> Londoño & Filg.	Itaguari - GO	29/04/15	15°56'482"S 049°35'656"W	Graciano-Ribeiro et al.	398
<i>Guadua paniculata</i> Munro	Cavalcante - GO	04/06/15	13°28'74.3"S 047°57'71.7"W	Graciano-Ribeiro et al.	405
<i>Guadua refracta</i> Munro	BR 020 Km 44 Brasília - DF	30/08/15	15°22'247"S 047°06'169"W	Graciano-Ribeiro et al.	416
<i>Guadua sp. 01</i>	Estrada para Curvelândia - MT	24/01/16	15°34'055"S 057°56'592"W	Graciano-Ribeiro et al.	425
<i>Guadua sp. 02</i>	Figueirópolis - MT	27/01/16	15°24'519"S 058°37'529"W	Graciano-Ribeiro et al.	429
<i>Guadua sp. 03</i>	Goiânia - GO	06/05/15	-	Graciano-Ribeiro et al.	400
<i>Guadua virgata</i> (Trin.) Rupr.	Arinos - MG.	21/05/16	15°53'096"S 046°20'737"W	Cunha-Santana et al.	435

3. RESULTADOS

Lâmina foliar

Do tipo aberta, com nervura central proeminente na face abaxial, formato plano-convexo. A lâmina é reta da região próxima a nervura central até o bordo A, e ondulada próxima ao bordo B (fig. 1-4).

Epiderme

Uniestratificada e recoberta por cutícula espessa em *G. cf. refracta* (fig.), *G. paniculata*, *G. sp. 01* e *G. virgata*, a densamente espessa em ambas as faces em *G. aff magna*, *G. chacoensis*, *G. magna*, *G. refracta*, *G. sp. 02* e *G. sp. 03*. As células epidérmicas comuns (Cec) são arredondadas, com paredes periclinais externas e internas espessas, e possuem tamanhos irregulares em ambas as faces em todas as espécies (fig. 1).

Ocorrem papilas em ambas as faces da superfície, observadas em maior quantidade na face abaxial das populações. Exceto em *G. cf. magna*, *G. magna*, e *G. virgata*.

As células buliformes estão presentes nas zonas intercostais (entre os feixes vasculares) da superfície adaxial e destacam-se pela área que ocupam no mesofilo – acima de 50%: *G. cf refracta*, *G. magna*, *G. sp. 02*, *G. sp. 03* e até 50% nas demais. Possuem formato leque com a célula central maior e em forma de gota (fig. 1), variando em 3-5 células na ala até o bordo A, e de 3-11 na ala até o bordo B em todas as espécies. Estão localizadas geralmente na mesma linha das Cec podendo às vezes ser observadas acima destas.

Os estômatos são nivelados em relação às Cec. Localizam-se na região intercostal em ambas as faces, tendo maior concentração na face abaxial, o que caracteriza a folha como anfihipoestomática. Apresentam cavidade subestomática em todas as espécies (fig. 1).

Mesofilo

O mesofilo é homogêneo, formado por parênquima clorofiliano constituído de células invaginantes. A primeira camada de células mais próximas à face adaxial é composta por células quadradas ou alongadas, com invaginações estendidas até quase a parede oposta da célula. No restante do

mesofilo ocorrem células retangulares a arredondadas com invaginações mais curtas (fig. 1-4).

Células fusoides de formato elíptico estão presentes em *G. cf. magna*, *G. cf. refracta*, *G. magna*, *G. refracta*, *G. sp. 01*, *G. sp. 03*, e *G. virgata*; são raras em *G. sp. 02*, e ausentes em *G. chacoensis* e *G. paniculata*. Nas espécies em que não foram observadas células fusoides nota-se uma fileira de células invaginantes retangulares na mesma posição em que nas outras encontramos as fusoides, no entanto, diferenciam-se destas por serem mais largas e alongadas (fig. 1).

Feixes vasculares

Os feixes vasculares na ala são feixes de 1ª e 3ª ordens, do tipo colateral, equidistantes ou mais próximos da face abaxial em todas as espécies. Os feixes de 1ª ordem apresentam forma circular ou oval e são constituídos geralmente por 2 elementos de vaso no metaxilema (fig. 1).

Apresentam duas bainhas, uma externa parenquimática, incompleta nos feixes de 1ª ordem e completa nos feixes de 3ª ordem, com quantidade variável de células; e a interna esclerenquimática (fig. 1). As extensões são esclerenquimáticas e estão presentes em todos os feixes, voltadas para ambas as faces da epiderme, sendo de formato cordão voltada para a adaxial e de formato retangular ou arqueado seguindo o contorno do feixe voltados para a abaxial nos feixes de 1ª ordem e podem ter formato cordão voltado para a face adaxial e retangular ou quadrada voltadas para a face abaxial nos feixes de 3ª ordem.

Os feixes de 3ª ordem possuem forma circular, ovais a elípticos. As espécies possuem cerca de 3-8 feixes vasculares de 3ª ordem consecutivos entre dois de 1ª ordem. A distância intervenal difere: cerca de 3 a 5 células em *G. cf. magna* e *G. magna*; 4 a 6 em *G. sp. 02*; 5 em *G. cf. refracta* e *G. paniculata*; 5 a 8 em *G. refracta*, *G. sp. 01* e *G. sp. 03*; e 6 a 8 em *G. virgata* e *G. chacoensis* (fig. 1).

Bordos

Neste estudo foram considerados como bordo a região a partir do último feixe vascular, sendo este de 1ª ou 3ª ordem. Todas as espécies possuem bordos diferentes, o que se desenvolve primeiro é agudo, aqui referido como bordo A, e outro arredondado, que se desenvolve depois, referido como bordo B. Possuem cutícula densamente espessa, células epidérmicas comuns, células silicificadas, estômatos, papilas, parênquima clorofiliano formado por células invaginantes semelhantes às da ala (fig. 3 e 4).

Bordo A: Possuem extremidade aguda com estreitamento lignificado geralmente reto, ou voltado para a superfície adaxial (fig. 2). O feixe vascular terminal é de 1ª ordem em *G. cf magna*, *G. chacoensis*, *G. paniculata*, *G. refracta* e *G. sp 01*. E de 3ª ordem em *G. cf refracta*, *G. magna*, *G. sp 02*, *G. sp 03* e *G. virgata*. Cavidade de macrotricoma.

Bordo B: Extremidade arredondada a oval ou triangular em *G. magna*, com fibras na porção terminal, sendo o feixe vascular terminal de 3ª ordem em *G. cf. refracta*, *G. chacoensis* e *G. magna*, e de 1ª ordem nas demais populações (fig. 3).

Nervura central

A nervura central nas espécies é proeminente com formato plano-convexo. Possui Cec, estômatos, células silicificadas, cutícula espessa a densamente espessa em ambas as faces. É simples, com apenas um feixe vascular, apenas em *G. paniculata*; e complexa, com mais de um feixe vascular, nas demais estudadas (fig. 4).

O sistema vascular consiste de feixes vasculares colaterais de 1ª e de 2ª ordem, sendo que em *G. sp. 03* além destes, ainda há um pequeno feixe de 3ª ordem (Fig. 4). Os feixes vasculares de 2ª ordem são elípticos, não possuem bainha parenquimática, e estão envoltos pelas fibras esclerenquimáticas. Os de 1ª ordem, nas espécies em que a nervura central é complexa, são de formato arredondado, e não possuem bainha parenquimática. Podem apresentar células parenquimáticas hexagonais a isodiamétricas na região central da

nervura em *G. cf. magna*, *G. cf. refracta*, *G. chacoensis*, *G. magna*, *G. refracta*, e *G. sp 03*).

Na espécie em que a nervura central é simples, o feixe de 1ª ordem possui duas bainhas, parenquimática e esclerenquimática, sendo a parenquimática interrompida (fig. 4.).

4. DISCUSSÃO

As populações apresentam cutícula espessa, epiderme uniestratificada e os mesmos tipos celulares já citados para Bambusoideae: presença de tricomas, células silicificadas frequentes com formatos variados, papilas, mesofilo homogêneo formado por células invaginantes e feixes vasculares com duas bainhas: uma parenquimática e outra esclerenquimática, revelando um padrão na lâmina foliar (ELLIS, 1976,1979; RENVOIZE, 1987; JUDZIEWCZ *et al.*, 1999; VIEIRA *et al.*, 2002; GRACIANO-RIBEIRO *et al.*, 2006; YANG *et al.*, 2008; MARQUEZ *et al.*, 2011; VIANA *et al.*, 2013a; 2013b; GUERREIRO *et al.*, 2013; LEANDRO *et al.*, 2016; PANIZZO *et al.*, 2016).

O espessamento das paredes das células epidérmicas é sustentado na literatura como frequente em plantas de ambientes secos, visto que tal caráter está presente em quase todas as espécies xeromórficas estudadas (FAHN & CUTLER, 1992).

Células epidérmicas comuns com paredes periclinais externas espessas e anticlinais delgadas, cutícula espessa a densamente espessa, papilas e tricomas abundantes, foram observadas nas espécies, confirmando os trabalhos de Montiel *et al* (2006a), Montiel *et al.* (2006b), Montiel *et al* (2006c), Montiel *et al* (2006d), Montiel *et al* (2006e), Marquéz (2011) e Panizzo *et al* (2016) que também estudaram a anatomia de espécies *Guadua*.

Segundo Fahn e Cutler (1992) o espessamento da cutícula e das paredes das células epidérmicas é frequente em plantas de ambientes secos e é determinado pelo grau de exposição ao sol. Algumas espécies deste estudo foram coletadas em área de mata ciliar, com disponibilidade de água e por vezes protegidas por outras plantas; e outra parte em beira de estrada, ficando

assim mais expostas ao sol. Com isso, a espessura da parede e densidade da cutícula nas células epidérmicas comuns talvez possa ser determinada por outros fatores além destes.

Algumas espécies deste estudo foram coletadas em área de mata ciliar, com disponibilidade de água e por vezes protegidas por outras plantas; e outra parte em beira de estrada, ficando assim mais expostas ao sol. Sendo assim a espessura da parede e densidade da cutícula nas células epidérmicas comuns talvez possa ser determinada por outros fatores além deste.

Nas espécies estudadas, células buliformes destacam-se pela quantidade que ocupam no mesofilo, 50% ou mais, e também pela presença de papilas, podendo ser considerada uma característica do gênero.

Os complexos estomáticos se encontram no mesmo nível das demais células epidérmicas em ambas as faces ou localizam-se pouco abaixo na superfície adaxial e possuem uma cavidade subestomática discreta. Além disso, são encobertos por papilas na face adaxial e apenas envoltos na abaxial. Segundo Metcalfe (1960) e Dickison (2000), essas características são encontradas em gramíneas que habitam lugares de alta intensidade luminosa e/ou podem se desenvolver como respostas às condições ambientais afim de evitar a perda de água por transpiração. Nas espécies coletada em ambientes com alta intensidade luminosa e secos provavelmente esses caracteres estejam ligados à perda de água.

O mesofilo composto basicamente por células invaginantes é um caráter único compartilhado pelos membros da subfamília Bambusoideae (ZHANG & CLARK, 2000).

As células fusoides, citadas por Ellis (1976), Soderstrom e Ellis (1987) e Londoño e Clark (2004) como característica da subfamília Bambusoideae, muito raras de se observar em outras subfamílias, estão ausentes em *G. paniculata* e *G. chacoensis*. March e Clark (2011) também citaram a ausência de células fusoides nas espécies *Yushania niitakayamensis* (Hayata) Keng f e *Phyllostachys áurea* Carrière ex Rivière & C. Rivière. Clark (1991) e March e Clark (2011) inferem que a ocorrência de células fusoides pode estar

relacionada com variações anatômicas entre folhas de sol e sombra, e a diferentes pressões adaptativas.

Vieira et al. (2002) e Wang et al., (2016) inferiram que as células fusoides estavam relacionadas ao armazenamento e transporte de água e regulação o equilíbrio hídrico das folhas devido a sua posição, próximas aos feixes vasculares. Por esta razão March e Clark (2011) afirmaram que a presença de células fusóides em alguns bambus lignificados pode ser facultativa de acordo com o tamanho e a forma das folhas de sol ou sombra até no mesmo indivíduo. A forma e o tamanho das folhas dos Bambusoideae podem estar relacionadas à presença de células fusóides, que mantêm a conformidade da folha independentemente de um eventual estresse por estiagem (VEGA *et al.*, 2016).

Vega et al. (2016) realizaram um estudo de ontogenia das células fusoides em espécies *Guadua* e de acordo com observações anatômicas de seções transversais, as células fusóides, referidas por vários autores em descrições anatômicas, são na verdade os espaços intercelulares de ar conspícuos formados por células colapsadas (raramente não colapsadas). Verificaram também que pode ocorrer transdiferenciação, quando células de clorênquima se transformam em células fusoides. Sustentando a hipótese de homologia entre esses dois tipos de celulares, proposta por March e Clark (2011).

Nota-se que nos feixes vasculares de 1ª e 3ª ordens ao longo da ala existe uma bainha esclerenquimática interna à parenquimática que segundo Brandis (1907) falta em muitas gramíneas, mas está presente em Bambuseae. A distribuição dos feixes vasculares pode variar de espécie para espécie dentro do mesmo gênero, sendo assim, relevantes na delimitação de táxons (METCALFE, 1956; ELLIS, 1976).

O sistema vascular complexo na nervura central da lâmina foliar é considerada uma característica típica de Guaduinæ (SODERSTROM & ELLIS 1986), mas não confere uma distinção consistente entre subtribos, uma vez que Viana e al. (2013) cita a presença de nervura central complexa como

característica de Chusqueinae, e nervura central simples característica de Arthrotylidiinae. Ambas características também observadas neste estudo.

Os feixes vasculares da nervura central estão dispostos entre as fibras esclerenquimáticas, Brandis (1907) citou essa característica para a nervura central de alguns bambus afirmando que as fibras esclerenquimáticas se uniram, e os feixes vasculares da nervura central estão encaixados nesta massa de fibras.

5. CONCLUSÃO

Os estudos revelaram novidades sobre a organização anatômica das espécies atualmente aceitas para *Guadua*. Considerando a utilização dos caracteres de anatomia foliar para a diferenciação das espécies, a ausência de células fusoides e nervura central simples diferenciam anatomicamente *G. paniculata*; e a nervura central complexa com ausência de células fusoides diferencia *G. chacoensis*. As lâminas foliares das populações *Guadua* estudadas apresentam características anatômicas em comum tais como: mesofilo homogêneo, feixes vasculares colaterais de 1ª e 3ª ordens ao longo da ala foliar, bordos diferentes entre si, estômatos em ambas as faces da epiderme, células silicificadas abundantes e de formatos variados, presença de macrotricomas, ganchos e espinhos. Tais caracteres, que não apresentaram grandes variações entre as espécies, merecem destaque pelo fato de poderem ser úteis para caracterização do gênero como um todo.

Como características diferenciais temos a ausência de células fusoides em *G. paniculata* e *G. refracta*, nervura central simples em *G. paniculata*, ausência de papilas em *G. magna*, *G. cf. magna* e *G. virgata*, bem como a ausência de microtricomas em *G. magna* e *G. cf. magna*.

Características como a presença ou ausência de papilas e células fusoides podem estar relacionadas às condições ambientais as quais a planta está exposta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDIS, S.D. Remarks on the Structure of Bamboo Leaves. **Transactions of the Linnean Society of London**. v.2(7). pp. 69-92. 1907.

CARVALHO, A.L. Ciclo de vida de populações de bambu (*Guadua* spp.) no tempo e no espaço, no Sudoeste da Amazônia. Dissertação. **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA**. Programa de Pós-Graduação em Ciências de Floresta Tropicais – CFT. 2009.

CLARK, L.G. The function of fusoid cells in bamboos: an hypothesis. **American Journal of Botany**. v.78(22). (Abstracts). 1991.

DICKISON, W.C. Ecological anatomy. In *Integrative Plant Anatomy.*, ed. DICKISON, W.C. USA: Academic Press. Pp 295-338. 2000.

ELLIS, R.P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf-blade as viewed in transverse section. **Bothalia**. v.12. pp. 65-109. 1976.

ELLIS, R.P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae II: the epidermis as seen in surface view. **Bothalia**. v.12. pp. 641-671. 1979.

FAHN, A.; CUTLER, D. Xerophytes. **Gebruder Borntraeger**. Berlin. 1992.

FISHER, A.E.; TRIPLETT, J.K.; HO, C.S.; SCHILLER, A.D.; OLTROGGE, K.A.; SCHRODER, E.S.; KELCHNER, S.A.; CLARK, L.G. Paraphyly in the bamboo subtribe Chusqueinae (Poaceae: Bambusoideae) and a revised infrageneric classification for *Chusquea*. **Systematic Botany**. v.34. pp. 673-683. 2009.

GRACIANO-RIBEIRO, D.; FILGUEIRAS, T. D; SANTOS-GONÇALVES, A. P. Roteiro Mínimo para Estudo Anatômico dos Bambus (Poaceae: Bambusoideae). In: **Anais do I Seminário Nacional do Bambu**. Brasília-DF, set. 2006.

GUERREIRO, C.; RÚGOLO DE AGRASAR, Z. E.; RODRÍGUEZ, F. M. A contribution to the identification of vegetative Andean woody bamboos in southernmost America using leaf anatomy. **The Journal of the Torrey Botanical Society**. v.140(3). pp.259-268. 2013.

JENSEN, W. A. Botanical Histochemistry: principles and practices. São Francisco: W.H. Freeman, 1962.

JUDZIEWICZ, E. J.; CLARK, L. G.; LONDOÑO, X. & STERN, M. J. **American bamboos**. Washignton, D. C., Smithsonian Institution Press, 392 pp, 1999.

JUDZIEWICZ, E. J.; CLARK, L. G. Classification and biogeography of New World grasses: Anomochlooideae, Pharoideae, Ehrhartoideae, and Bambusoideae. *Aliso: A Journal of Systematic and Evolutionary Botany*. v. 23. pp. 303–314. 2007.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. Manual Básico de Métodos em Morfologia Vegetal. **Seropédica**: Edur, 1997.

KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. Manual Básico de Métodos em Morfologia Vegetal. **Seropédica**: Edur, 1997.

LEANDRO, T.D.; SHIRASUNA, R.T.; FILGUEIRAS, T.S.; SCATENA, V.L. The utility of Bambusoideae (Poaceae, Poales) leaf blade anatomy for identification and systematics. **Brazilian Journal of Biology**. 2016.

LONDOÑO, X. Two new *Guadua* species for Peru (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Guaduinae). **Journal of the Botanical Research**. Inst. Texas v.7. pp. 145–153. 2013.

LONDOÑO, X; CLARK, L.G. A Revision of the Brazilian Bamboo Genus *Eremocaulon* (Poaceae: Bambuseae: Guaduinae). **Systematic Botany**. v.27. pp. 703–721. 2002.

LONDOÑO, X.; CLARK, L.G. Distribucion, Morfologia, Taxonomia, Anatomia, Silvicultura y Usos de los Bambues del Nuevo Mundo. In. **III Congreso Colombiano de Botánica**. Noviembre. 2004.

LONDOÑO, X.; PETERSON, P.M. *Guadua chacoensis* (Poaceae: Bambuseae), Its Taxonomic Identity, Morphology, and Affinities. **Novon**. vol. 2(1). pp. 41-4.1992.

MARCH, R.H.; CLARK, L.G. Sun-shade variation in bamboo (Poaceae: Bambusoideae) leaves. **Royal Botanic Gardens and Domais Trust**. v.13. pp. 93-104. 2011.

MÁRQUEZ, L.; GARCÍA, M.; DOUGLAS, M. Anatomía foliar de *Guadua angustifolia* KUNTH, *G. amplexifolia* PRESL. Y *Elytrostachys typica* MCCLURE (POACEAE, BAMBUSOIDEAE). **Ernstia**. v. 21. pp. 91-109. 2011.

METCALFE, C. R. Anatomy of the Monocotyledons. I. Gramineae. Oxford University Press. Amen House. Londres, 1960.

MONTIEL, M.; JIMÉNEZ, V.M.; GUEVARA. E. Ultraestructura del bambú *Guadua angustifolia* var. *bicolor* (Poaceae: Bambusoideae), presente en Costa Rica. **Revista Biología Tropical**. v. 54. p. 13-19, 2006a.

MONTIEL, M.; JIMÉNEZ, V.M.; GUEVARA. E. Caracterización anatómica ultraestructural de tres variaciones de la especie de bambú *Guadua angustifolia*, “Atlántica”, “Sur” y “Cebolla”, en Costa Rica. **Revista Biología Tropical**. v. 54. p. 1-12, 2006b.

MONTIEL, M.; GUEVARA, E.; JIMÉNEZ, V.M. Ultraestructura del bambú *Guadua macclurei* (Poaceae: Bambusoideae) de Costa Rica. **Revista Biología Tropical**. v. 54. p. 35-42, 2006c.

MONTIEL, M. GUEVARA, E.; JIMÉNEZ, V.M. Ultraestructura del bambú *Guadua paniculata* (Poaceae: Bambusoideae) de Costa Rica. **Revista Biología Tropical**. V. 54. p. 29-34, 2006d.

MONTIEL, M.; JIMÉNEZ, V.M.; GUEVARA, E. Ultraestructura del bambú *Guadua amplexifolia* (Poaceae: Bambusoideae) presente en Costa Rica. **Revista Biología Tropical**. v. 54. p. 21-28, 2006e.

PAIVA, J.G.A.; FRANK-DE-CARVALHO, S.M; MAGALHÃES, M.P.; GRACIANO-RIBEIRO, D. Verniz vitral incolor 500®: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. **Acta Botânica Brasileira**. v.20. pp. 257-264. 2006.

PANIZZO, C.C.; FERNANDEZ, P.V. COLOMBATTO, D. CIANCIAB, M.; VEGA, A.S. Anatomy, nutritional value, and cell wall chemical analysis of foliage leaves in *Guadua chacoensis* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae), a promising source of forage. 2016.

RENVOIZE, S.A. A survey of leaf blade anatomy in grasses X. Bambuseae. **Kew Bulletin**.v.42. pp. 201-207. 1987.

RUIZ-SANCHEZ, E.; SOSA, V.; MEJÍA-SAULES, M.T. Phylogenetics of *Otatea* inferred from morphology and chloroplast DNA sequence data and recircumscription of Guaduinae (Poaceae: Bambusoideae). **Systematic Botany**. v.33. pp. 277-283. 2008.

RUIZ-SANCHEZ, E.; SOSA, V.; MEJÍA-SAULÉS, M.T.; LONDOÑO, X.; CLARK, L.G. A taxonomic revision of *Otatea* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) including four new species. **Systematic Botany**. v. 36. Pp. 314-336. 2011.

SODERSTROM, T. R; ELLIS, R. P. The position of bamboo genera and allies in a system of grass classification. In: **Grass Systematics And Evolution**, eds. T.R. Doderstrom, K.W. Hilu, C.S. Campbell, and M.E. Barkworth. Washington DC: Smithsonian Institution Press. Pp. 225-238. 1987.

SODERSTROM, T.R.; LONDOÑO, X. Two new genera of Brazilian bamboos related to *Guadua* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae). **American Journal of Botany**. v.74. pp. 27-39. 1987

VEGA, A.S.; CASTRO, M.A.; GUERREIRO, C. Ontogeny of fusoid cells in *Guadua* species (Poaceae, Bambusoideae, Bambuseae): evidence for transdifferentiation and possible functions. **Flora Journal**. v.222. pp. 13-19. 2016.

VIANA, P.L.; FILGUEIRAS, T.S.; CLARK, L.G. *Cambajuva* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Arthrostylidiinae), a new woody bamboo genus from Southern Brazil. **Systematic Botany**. v. 38. Pp. 97–103. 2013.

VIANA, P.L.; FILGUEIRAS, T.S.; GRACIANO-RIBEIRO, D. A new woody bamboo (Poaceae: Bambusoideae) from Central Brazil. **Novon**. v.22. pp.371–376. 2013b.

VIEIRA, R. C.; GOMES, V. R. C.; SARAHYBA, D. M. S.; ARRUDA, R. C. O. Leaf anatomy of three herbaceous bamboo species. **Brazilian Journal of Biology**. v.62. pp. 907-922. 2002.

WANG, S.; ZHANG, H.; LIN, S.; HSE, C.; DING, Y. Anatomical characteristics of fusoid cells and vascular bundles in *Fargesia yunnanensis* leaves. Northeast Forestry University and Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2016.

YANG, H. Q.; WANG, H.; LI, D. H. Comparative morphology of the foliage leaf epidermis, with emphasis on papillae characters, in key taxa of woody bamboos of the Asian tropics (Poaceae: Bambusoideae). **Botanical Journal of the Linnean Society**. v.156. pp. 411-423. 2008.

ZHANG, W. & CLARK, L.G. Phylogeny and classification of the Bambusoideae (Poaceae). In: S.W.L. Jacobs & J. Everert (eds.). **Grass Systematics and Evolution**. Melbourne, CSIRO, 2000.

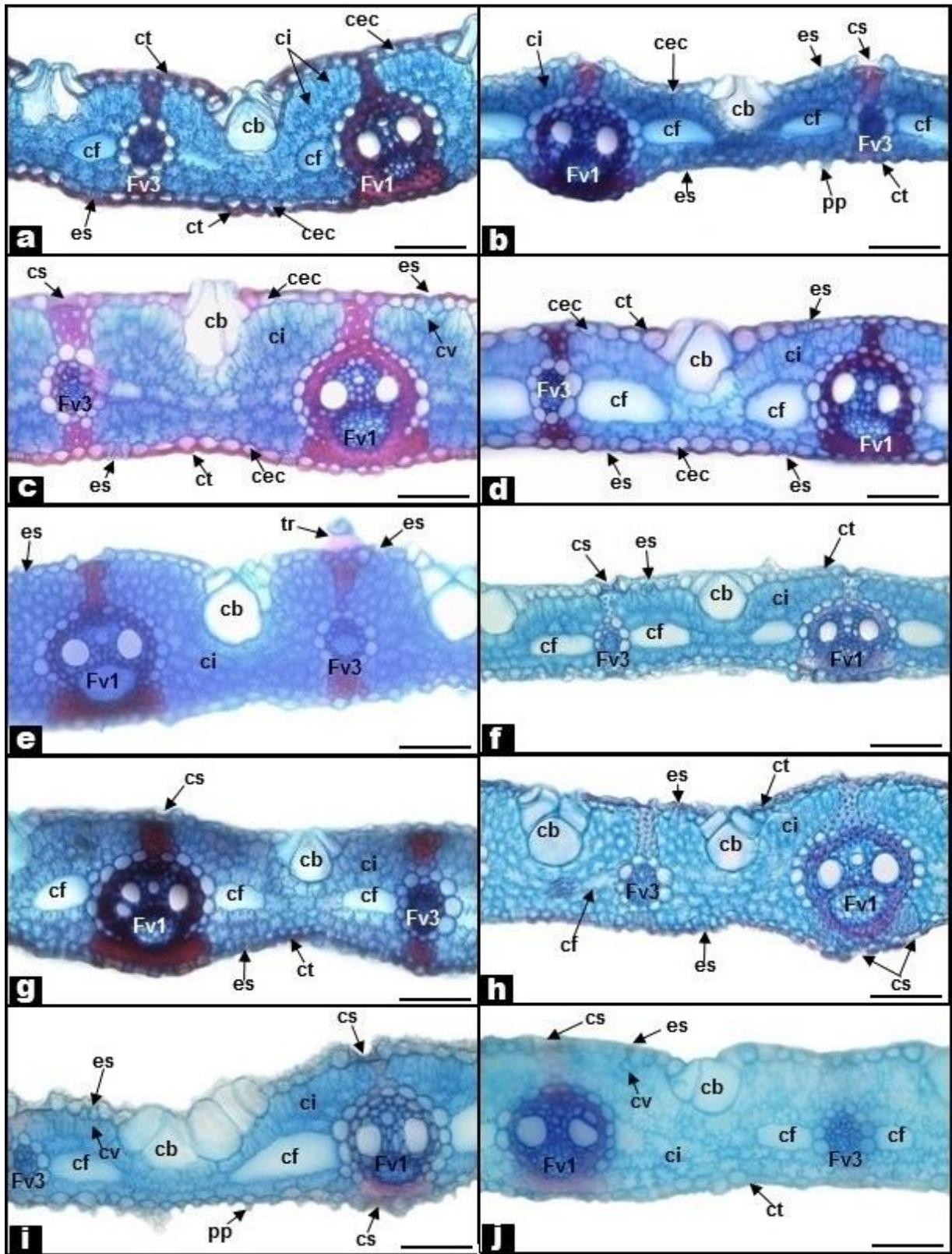


Figura 01: Secção transversal da lâmina foliar de espécies *Guadua* evidenciando o mesofilo homogêneo, formado por células invaginantes. **A:** *G. cf magna*; **B:** *G. cf refracta*; **C:** *G. chacoensis*; **D:** *G. magna*; **E:** *G. paniculata*; **F:** *G. refracta*; **G:** *G. sp 01*; **H:** *G. sp 02*; **I:** *G. sp 03*; **J:** *G. virgata*. **cb:** células buliformes; **ct:** cutícula; **es:** estômato; **cf:** célula fusóide; **cec:** células epidérmicas comuns; **ci:** células invaginantes; **cs:** célula silicificada; **cv:** cavidade subestomática; **fv1:** feixe vascular de 1ª ordem; **fv3:** feixe vascular de 3ª ordem; **pp:** papilas. Barra = 100µm.

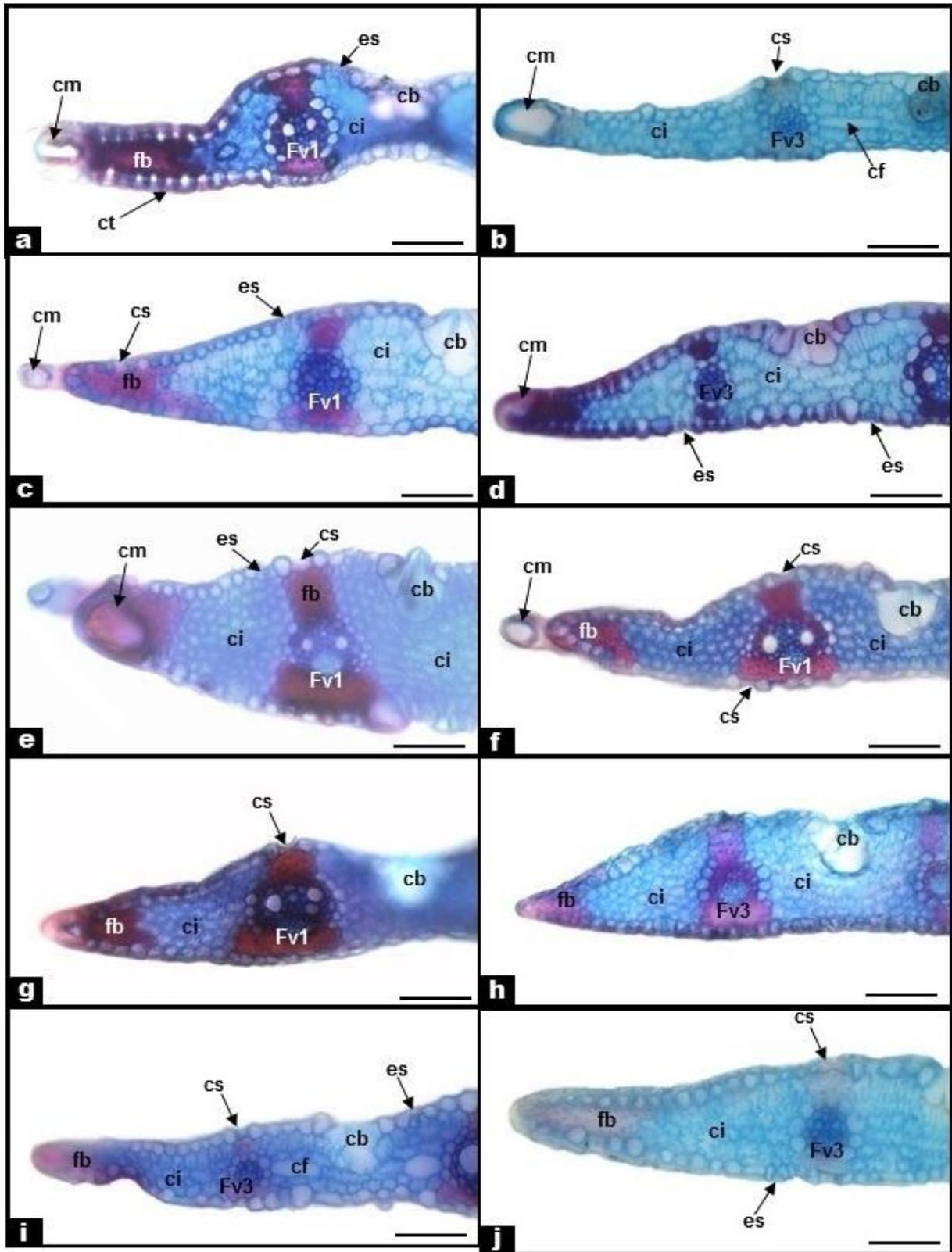


Figura 02: Secção transversal da lâmina foliar de espécies *Guadua* evidenciando detalhes do bordo
 A. **A:** *G. cf magna*; **B:** *G. cf refracta*; **C:** *G. chacoensis*; **D:** *G. magna*; **E:** *G. paniculata*; **F:** *G. refracta*;
G: *G. sp 01*; **H:** *G. sp 02*; **I:** *G. sp 03*; **J:** *G. virgata*. **cb:** células buliformes; **ct:** cutícula; **es:** estômato; **fb:** fbras; **cf:** célula fusóide; **ci:** células invaginantes; **cs:** célula silicificada; **fv1:** feixe vascular de 1ª ordem; **fv3:** feixe vascular de 3ª ordem; **cm:** cavidade de macrotricoma. Barra = 100µm.

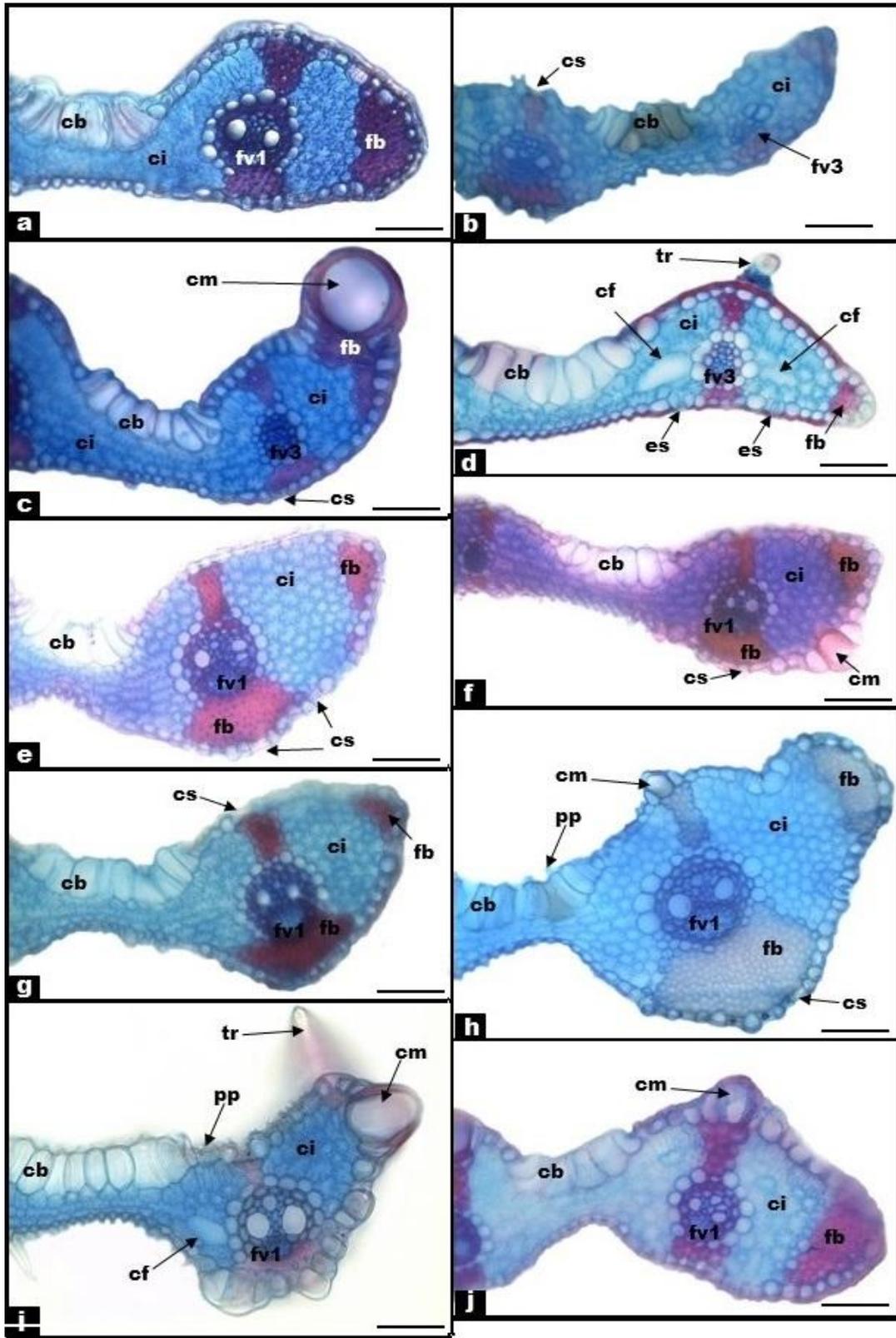


Figura 03: Secção transversal da lâmina foliar de espécies *Guadua* evidenciando detalhes do bordo B. **A:** *G. cf magna*; **B:** *G. cf refracta*; **C:** *G. chacoensis*; **D:** *G. magna*; **E:** *G. paniculata*; **F:** *G. refracta*; **G:** *G. sp 01*; **H:** *G. sp 02*; **I:** *G. sp 03*; **J:** *G. virgata*. **cb:** células buliformes; **ct:** cutícula; **es:** estômato; **cf:** célula fusóide; **fb:** fibras; **ci:** células invaginantes; **cs:** célula silicificada; **fv1:** feixe vascular de 1ª ordem; **fv3:** feixe vascular de 3ª ordem; **cm:** cavidade de macrotricoma **pp:** papilas; **tr:** tricoma tector. Barra = 100µm.

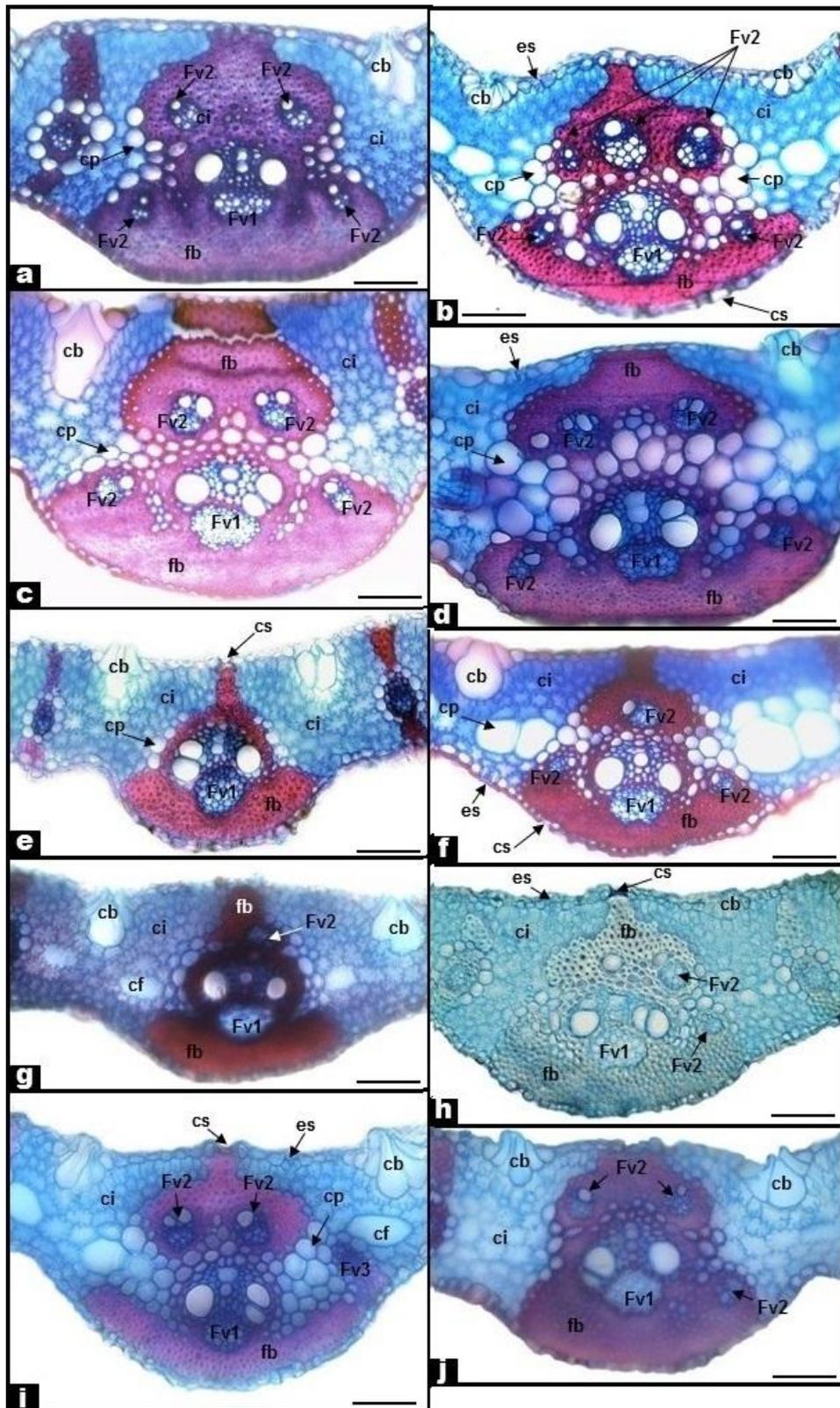


Figura 04: Secção transversal da lâmina foliar de espécies *Guadua* evidenciando detalhes da nervura central. **A:** *G. cf magna*; **B:** *G. cf refracta*; **C:** *G. chacoensis*; **D:** *G. magna*; **E:** *G. paniculata*; **F:** *G. refracta*; **G:** *G. sp 01*; **H:** *G. sp 02*; **I:** *G. sp 03*; **J:** *G. virgata*. **cb:** células buliformes; **ct:** cutícula; **es:** estômato; **cf:** célula fusóide; **cec:** células epidérmicas comuns; **ci:** células invaginantes; **cs:** célula silicificada; **fv1:** feixe vascular de 1ª ordem; **fv2:** feixe vascular de 2ª ordem. Barra = 100µm.