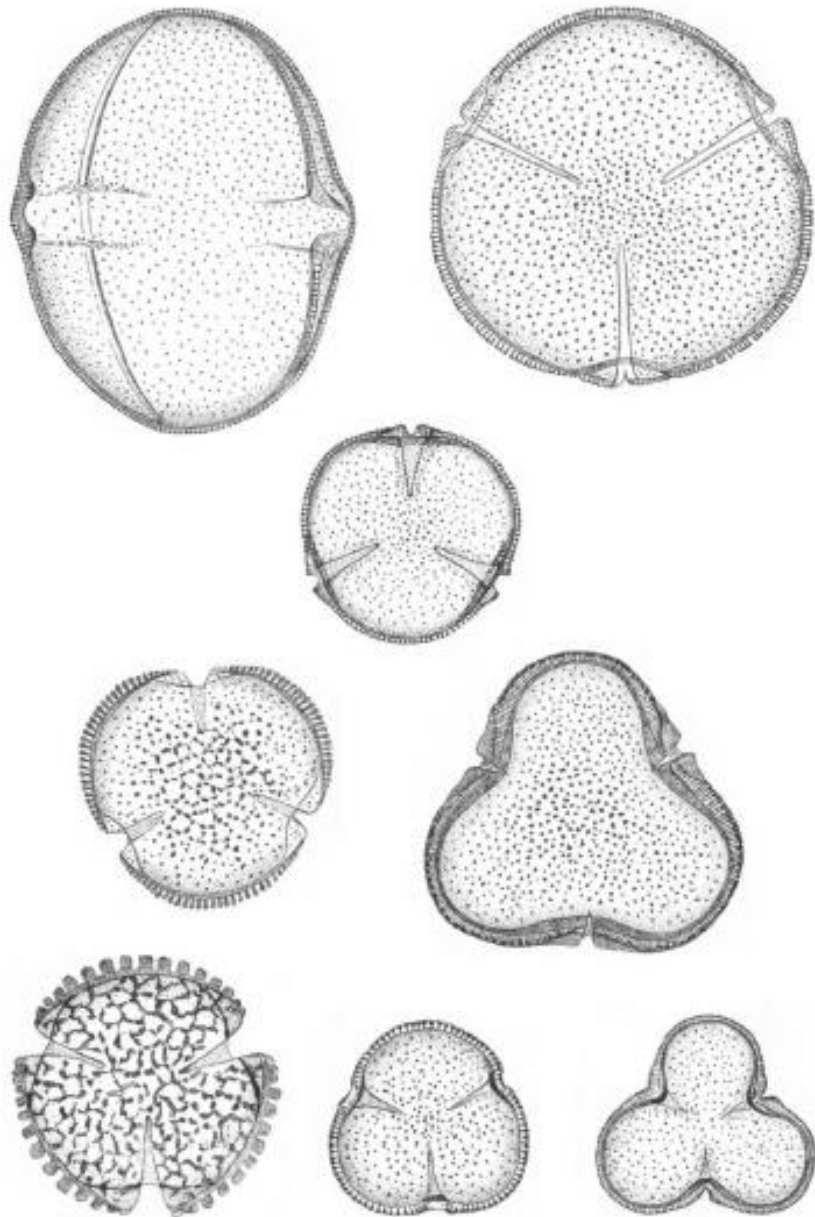


Palinotaxonomia da Tribo Hippomaneae (Euphorbiaceae)



GABRIELA CRISTINA SAKUGAWA

Orientação: Dra. Cynthia Fernandes Pinto da Luz

Willem Punt (1962)

Desenho a nanquim

GABRIELA CRISTINA SAKUGAWA

**Palinotaxonomia da Tribo Hippomaneae
(Euphorbiaceae)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

São Paulo

2019

GABRIELA CRISTINA SAKUGAWA

**Palinotaxonomia da Tribo Hippomaneae
(Euphorbiaceae)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

ORIENTADORA: DRA. CYNTHIA FERNANDES PINTO DA LUZ

Ficha Catalográfica elaborada pelo **NÚCLEO DE BIBLIOTECA E MEMÓRIA**

Sakugawa, Gabriela Cristina
S132p Palintaxonomia da Tribo Hippomaneae (Euphorbiaceae) / Gabriela Cristina
Sakugawa -- São Paulo, 2019.
123p. il.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio
Ambiente, 2019.
Bibliografia.

1. Características polínicas. 2. *Costae*. 3. Euphorbiaceae s.s. I. Título

CDU: 581.33

“You gotta stand for something

Even if you stand alone

Don’t be afraid, it’s gonna be alright”

(Backstreet Boys- Show 'Em What You're Made Of)

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Dra. Cynthia Fernandes Pinto da Luz, por ter sido uma excelente professora, compartilhando comigo os seus ensinamentos e experiências.

À Dra. Inês Cordeiro do Instituto de Botânica, por toda ajuda com a obtenção do material polínico e por todos os seus ensinamentos acerca da família Euphorbiaceae.

À coordenação e secretariado do Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica, da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, pelo auxílio técnico-administrativo durante a execução da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado.

Ao Instituto de Botânica de São Paulo pelo uso da infraestrutura, laboratórios e biblioteca.

Aos professores doutores, Allan Carlos Pscheidt e Carolina Brandão Coelho do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas, que desde a graduação estiveram sempre dispostos a me ensinar e me auxiliar nessa jornada que é ser biólogo.

À bióloga Monica Lanzoni Rossi e a Profa. Dra. Adriana Pinheiro Martinelli, do Laboratório de Hispatologia e Biologia Estrutural de Plantas do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, pela colaboração na pesquisa e auxílio no uso do microscópio eletrônico de varredura.

Agradeço ao Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada a Agricultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz De Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, sob coordenação do Prof. Dr. Elliot Watanabe Kitajima que disponibilizou o microscópio eletrônico de varredura.

Ao Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino da Universidade Estadual Paulista campus Jaboticabal e Dr. Eduardo Pereira Cabral Gomes do Instituto de Botânica, pela ajuda com as análises estatísticas.

A todos no Núcleo de Pesquisa em Palinologia do Instituto de Botânica, mestrando Kauê Fonseca, doutoranda Valéria Leobina dos Santos, doutorando Higor Antonio-Domingues, mestranda Karen Caroline Calçada dos Santos Teixeira, MSc Angela Maria da Silva Corrêa e Dr. Luciano Mauricio Esteves, pelo carinho, preocupação e estarem sempre à disposição para me auxiliar.

Aos meus pais, Hanaco e Norberto, por serem o meu alicerce e terem investido tanto em minha educação me proporcionando chegar até aqui.

Ao meu grande amor, Rodrigo, por ser a minha calma e alegria nas horas de desespero, pelos seus conselhos e preocupação e por todo amor que me concede todos os dias.

Às minhas irmãs de alma, Vivian e Valéria, por todos esses anos de amizade e por continuarem sempre do meu lado nos momentos bons e ruins.

Agradeço a Deus, pelas bênçãos que me proporciona todos os dias e por me dar forças, coragem e proteção.

RESUMO GERAL

A tribo Hippomaneae, classificada na subfamília Euphorbioideae (Euphorbiaceae s.s.), compreende 34 gêneros e é uma das tribos menos estudadas e uma das que exibem maiores problemas taxonômicos. Seus representantes apresentam delimitação e circunscrição complexas, com alguns problemas nomenclaturais, que vem sofrendo mudanças continuamente. Além disso, análises moleculares demonstraram o parafiletismo de Euphorbiaceae s.s. devido a controversa relação entre as tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae. O objetivo deste estudo foi reconhecer os padrões da morfologia e ultraescultura polínica de 28 espécies de 12 gêneros pertencentes a Tribo Hippomaneae, três espécies de dois gêneros da Tribo Hureae e da única espécie da Tribo Pachystromateae, representadas por 82 espécimes. O intuito foi fornecer dados adicionais para a filogenia de Euphorbiaceae e contribuir na resolução de problemas taxonômicos entre as três tribos. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, descritos, fotografados em microscopia óptica e eletromicrografados. Os dados quantitativos foram submetidos a tratamentos estatísticos para avaliar a significância das semelhanças polínicas entre os espécimes estudados. Observou-se que as características polínicas foram eficientes na distinção de alguns grupos de gêneros da tribo Hippomaneae. No entanto, ocorreu alta similaridade entre vários gêneros dessa tribo com outros das outras duas tribos estudadas. Na ACP *Colliguaja brasiliensis* e *Sebastiania brevifolia* foram muito similares a *Microstachys* por possuírem as maiores larguras de margens dos cólporos, ora diferindo no âmbito, na ornamentação da exina e das margens (psilada ou rugulada, essa última apenas em *Colliguaja brasiliensis*), ora pela ausência ou presença de *cavea* (somente em *Microstachys*). *Hura crepitans*, *Mabea fistulifera*, *M. piriri*, *Sapium haematospermum*, *S. obovatum*, *Stillingia argutedentata*, *S. uleana* e *Triadica sebifera* agruparam-se por possuírem os maiores grãos de pólen. *Algernonia brasiliensis*, *A. leandrii*, *Gymnanthes multiramea*, *G. schottiana*, *Maprounea brasiliensis*, *M. guianensis* e *Pleradenophora membranifolia* agruparam-se devido às endoaberturas mais estreitas. *Actinostemon klotzchii*, *A. verticillatus*, *Pachystroma longifolium*, *Sebastiania brasiliensis* e *Senefeldera verticillata* agruparam-se pelas margens mais estreitas dos cólporos. Com

relação aos maiores percentuais de similaridade polínica com base nas variáveis métricas, na UPGMA *Mabea fistulifera* e *M. piriri* (Hippomaneae) se assemelharam muito a *Hura crepitans* (Hureae) e a um dos espécimes de *Pachystroma longifolium* (Pachystromateae). Já um espécime de *Actinostemon verticillatus*, todos de *Actinostemon klotzschii* e um de *Senefeldera verticillata* (Hippomaneae) foram mais semelhantes à *Algernonia brasiliensis* e *A. leandrii* (Hureae) e aos outros dois espécimes de *Pachystroma longifolium* (Pachystromateae). Conclui-se que a tribo Hippomaneae não foi bem circunscrita palinologicamente, já que várias características polínicas se sobrepuseram com as dos gêneros analisados das outras tribos Hureae e Pachystromateae. No entanto, alguns táxons exibiram particularidades polínicas significativas que os diferenciaram do restante. Recomenda-se a inclusão dos dados polínicos aqui obtidos na filogenia das tribos.

Palavras-Chave: Morfologia polínica, Euphorbiaceae *s.s.*, Hippomaneae, Hureae, Pachystromateae.

GENERAL SUMMARY

The tribe Hippomaneae, classified in the subfamily Euphorbioideae (Euphorbiaceae s.s.), comprises 34 genera and is one of the less studied tribes and one of those that exhibit major taxonomic problems. Its representatives present complex delimitation and circumscription, with some nomenclatural problems, that has undergone changes continuously. In addition, molecular analyzes have demonstrated that Euphorbiaceae s.s. is paraphyletic due to controversial relationship between the tribes Hippomaneae, Hureae and Pachystromateae. The objective of this study was to recognize the patterns of pollen morphology and ultrastructure of 28 species of 12 genera belonging to the Hippomaneae Tribe, three species of two genera of the Hureae Tribe and the single species of the Pachystromateae Tribe, represented by 82 specimens. The aim was to provide additional data for the phylogeny of Euphorbiaceae and to contribute to the resolution of taxonomic problems among the three tribes. The pollen grains were acetolysed, measured, described, photographed under light microscopy and electromicrographed. The quantitative data were submitted to statistical treatments to evaluate the significance of the pollen similarities among the studied specimens. It was observed that the pollinic characteristics were efficient in the distinction of some groups of genera of Hippomaneae tribe. However, there was a high similarity among several genera of this tribe with others of the other two tribes studied. In the PCA, *Colliguaja brasiliensis* and *Sebastiania brevifolia* were very similar to *Microstachys* because they had the largest margins widths of the cólporos, sometimes differing in their amb, in the ornamentation of the exine and the margins (psilate or rugulate only in *Colliguaja brasiliensis*), or because of the absence or presence of *cavea* (*Microstachys* only). *Hura crepitans*, *Mabea fistulifera*, *M. piriri*, *Sapium haematospermum*, *S. obovatum*, *Stillingia argutedentata*, *S. uleana* and *Triadica sebifera* were grouped by having the largest pollen grains. *Algernonia brasiliensis*, *A. leandrii*, *Gymnanthes multiramea*, *G. schottiana*, *Maprounea brasiliensis*, *M. guianensis* and *Pleradenophora membranifolia* were grouped due to the narrower endoapertures. *Actinostemon klotzchii*, *A. verticillatus*, *Pachystroma longifolium*, *Sebastiania brasiliensis* and *Senefeldera verticillata* were grouped by the narrower margins of the

colporus. In relation to the highest percentages of pollen similarity based on the metric variables, in the UPGMA *Mabea fistulifera* and *M. piriri* (Hippomaneae) closely resembled *Hura crepitans* (Hureae) and one of the specimens of *Pachystroma longifolium* (Pachystromateae). A specimen of *Actinostemon verticillatus*, all of *Actinostemon klotzschii* and one of *Senefeldera verticillata* (Hippomaneae) were more similar to *Algernonia brasiliensis* and *A. leandrii* (Hureae) and the other two specimens of *Pachystroma longifolium* (Pachystromateae). It is concluded that the Hippomaneae tribe was not well circumscribed in the palynology, since several pollinic characteristics overlapped with those of the analyzed genus of the other Hureae and Pachystromateae tribes. However, some taxa exhibited significant pollen characteristics that differentiated them from the rest. It is recommended to include the pollen data obtained here in the phylogeny of the tribes.

Key words: Pollen morphology, Euphorbiaceae s.s., Hippomaneae, Hureae, Pachystromateae.

ÍNDICE DE FIGURAS

Introdução Geral

- Figura 1.** Mapa mundial da distribuição geográfica da família Euphorbiaceae.....2
- Figura 2.** Árvore filogenética demonstrando a relação entre as espécies de Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae, clado das Euphorbioideae sem ciátio.....5

Capítulo I- Palinotaxonomia das tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae (subfamília Euphorbioideae, Euphorbiaceae).

- Figura 1.** Imagens em microscopia óptica de *Actinostemon klotzschii*, *Actinostemon verticillatus*, *Algernonia brasiliensis*, *Algernonia leandrii* e *Colliguaja brasiliensis*.....42
- Figura 2.** Imagens em microscopia óptica de *Gymnanthes multiramea*, *Gymnanthes schottiana*, *Hura crepitans*, *Mabea fistulifera* e *Mabea piriri*.....44
- Figura 3.** Imagens em microscopia óptica de *Maprounea brasiliensis*, *Maprounea guianensis*, *Microstachys anisodonta*, *Microstachys bidentata*, *Microstachys corniculata* e *Microstachys ditassoides*.....46
- Figura 4.** Imagens em microscopia óptica de *Microstachys glandulosa*, *Microstachys heterodoxa*, *Microstachys marginata*, *Microstachys nummularifolia*, *Microstachys revoluta* e *Microstachys salicifolia*.....48
- Figura 5.** Imagens em microscopia óptica de *Pachystroma longifolium*, *Pleradenophora membranifolia*, *Sapium haemospermum*, *Sapium obovatum* e *Sebastiania brasiliensis*.....50
- Figura 6.** Imagens em microscopia óptica de *Sebastiania brevifolia*, *Senefeldera verticillata*, *Stillingia argutedentata*, *Stillingia uleana* e *Triadica sebifera*.....52
- Figura 7.** Imagens em microscopia eletrônica de varredura de *Actinostemon klotzschii*, *Actinostemon verticillatus*, *Algernonia brasiliensis*, *Algernonia leandrii* e *Colliguaja brasiliensis*.....53
- Figura 8.** Imagens em microscopia eletrônica de varredura de *Gymnanthes multiramea*, *Gymnanthes schottiana*, *Hura crepitans*, *Mabea fistulifera* e *Mabea piriri*.....54
- Figura 9.** Imagens em microscopia eletrônica de varredura de *Maprounea brasiliensis*, *Maprounea guianensis*, *Microstachys anisodonta*, *Microstachys bidentata*, *Microstachys corniculata* e *Microstachys ditassoides*.....55

Figura 10. Imagens em microscopia eletrônica de varredura de <i>Microstachys glandulosa</i> , <i>Microstachys heterodoxa</i> , <i>Microstachys marginata</i> , <i>Microstachys nummularifolia</i> e <i>Microstachys revoluta</i>	56
Figura 11. Imagens em microscopia eletrônica de varredura de <i>Microstachys salicifolia</i> , <i>Pachystroma longifolium</i> , <i>Pleradenophora membranifolia</i> , <i>Sapium haematospermum</i> , <i>Sapium obovatum</i> e <i>Sebastiania brasiliensis</i>	57
Figura 12. Imagens em microscopia eletrônica de varredura de <i>Sebastiania brevifolia</i> , <i>Senefeldera verticillata</i> , <i>Stillingia argutedentata</i> , <i>Stillingia uleana</i> e <i>Triadica sebifera</i>	58
Figura 13. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95% do eixo polar em vista equatorial (EPVE) dos grãos de pólen dos espécimes das tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae.....	72
Figura 14. Ordenação pela Análise de Componentes Principais dos espécimes das Tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae em função das variáveis métricas dos grãos de pólen.....	76
Figura 15. Dendograma construído a partir da análise de cluster (Distância Euclidiana) para os espécimes das Tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae.....	79

Capítulo II- Palinotaxonomia do gênero *Microstachys* A. Juss. (Euphorbiaceae).

Figura 1. Imagens em microscopia óptica de <i>Microstachys anisodonta</i> , <i>Microstachys bidentata</i> , <i>Microstachys corniculata</i> e <i>Microstachys ditassoides</i>	103
Figura 2. Imagens em microscopia óptica de <i>Microstachys glandulosa</i> , <i>Microstachys heterodoxa</i> , <i>Microstachys marginata</i> , <i>Microstachys nummularifolia</i> , <i>Microstachys revoluta</i> e <i>Microstachys salicifolia</i>	105
Figura 3. Imagens em microscopia eletrônica de varredura de <i>Microstachys anisodonta</i> , <i>Microstachys bidentata</i> , <i>Microstachys corniculata</i> , <i>Microstachys ditassoides</i> e <i>Microstachys glandulosa</i>	106
Figura 4. Imagens em microscopia eletrônica de varredura de <i>Microstachys heterodoxa</i> , <i>Microstachys marginata</i> , <i>Microstachys nummularifolia</i> , <i>Microstachys revoluta</i> e <i>Microstachys salicifolia</i>	107
Figura 5. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95% do eixo polar em vista equatorial (EPVE) dos grãos de pólen dos espécimes do gênero <i>Microstachys</i>	111
Figura 6. Ordenação pela Análise de Componentes Principais dos espécimes do gênero <i>Microstachys</i> em função das variáveis métricas dos grãos de pólen.....	113

Figura 7. Dendograma construído a partir da análise de cluster (Distância Euclidiana) para os espécimes do gênero <i>Microstachys</i>	115
--	-----

ÍNDICE DE TABELAS

Introdução geral

Tabela 1. Distribuição geográfica das espécies estudadas das tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae.....7

Capítulo I- Palinotaxonomia das tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae (subfamília Euphorbioideae, Euphorbiaceae).

Tabela 1. Medidas (em micrometros) dos eixos em vista equatorial e forma dos grãos de pólen de espécimes das Tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae.....59

Tabela 2. Medidas (em micrometros) do eixo equatorial em vista polar, área polar e índice da área polar dos grãos de pólen de espécimes das Tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae.....63

Tabela 3. Medidas (em micrometros) da espessura da nexina, sexina, cavea, largura de margem do cólporo, índice de largura da margem, largura e comprimento dos cólporos, índice de largura do cólporo, largura e comprimento das endoaberturas e índice da endoabertura dos grãos de pólen de espécimes das Tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae.....67

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen dos dois primeiros eixos da ordenação pela ACP para as espécies de Hippomaneae.....75

Capítulo II- Palinotaxonomia do gênero *Microstachys* A. Juss. (Euphorbiaceae).

Tabela 1. Medidas (em micrometros) dos eixos em vista equatorial e forma dos grãos de pólen de espécimes do gênero *Microstachys*.....108

Tabela 2. Medidas (em micrometros) do eixo equatorial em vista polar, área polar e índice da área polar dos grãos de pólen de espécimes do gênero *Microstachys*.....109

Tabela 3. Medidas (em micrometros) da espessura da nexina, sexina, cavea, largura de margem do cólporo, índice de largura da margem, largura e comprimento dos cólporos, índice de largura do cólporo, largura e comprimento das endoaberturas e índice da endoabertura dos grãos de pólen de espécimes do gênero *Microstachys*.....110

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen dos dois primeiros eixos da ordenação pela ACP para as espécies de *Microstachys*.....112

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
1. Família Euphorbiaceae Juss.	1
2. Tribo Hippomaneae A. Juss. ex. Bartl.	3
3. Histórico taxonômico dos gêneros analisados no presente estudo	6
3.1. <i>Actinostemon</i> Mart. ex Klotzsch.....	10
3.2. <i>Colliguaja</i> Molina.....	10
3.3. <i>Gymnanthes</i> Sw.	10
3.4. <i>Mabea</i> Aubl.	11
3.5. <i>Maprounea</i> Aubl.....	11
3.6. <i>Microstachys</i> A. Juss.	12
3.7. <i>Pleradenophora</i> Esser	12
3.8. <i>Sapium</i> Jacq.	13
3.9. <i>Sebastiania</i> Spreng.	14
3.10. <i>Senefeldera</i> Mart.....	15
3.11. <i>Stillingia</i> Garden ex L.....	15
3.12. <i>Triadica</i> Lour.....	16
3.13. <i>Algernonia</i> Baill.....	16
3.14. <i>Hura</i> L.	17
3.15. <i>Pachystroma</i> Müll. Arg.	17
4. Palinologia	18
OBJETIVOS	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO I	35
CAPÍTULO II	102
CONSIDERAÇÕES FINAIS	122

INTRODUÇÃO GERAL

1. Família Euphorbiaceae Juss.

Euphorbiaceae *s.l.* foi inicialmente classificada na ordem Unissexuales (Bentham & Hooker 1880). Em seguida foi classificada na ordem Geraniales, subordem Euphorbiineae (Engler 1964), e depois na ordem Euphorbiales (Cronquist 1981). Atualmente, segundo o Angiosperm Phylogeny Group a família está classificada na ordem Malpighiales (APG 1998, APG II 2003, APG III 2009, APG IV 2016).

A ordem Malpighiales possui cerca de 16.000 espécies distribuídas em 43 famílias (APG IV 2016), representando aproximadamente 8% de toda biodiversidade mundial dentro das Eudicotiledôneas (Magallón *et al.* 1999), formando assim, um grupo com espécies bastante diversificadas entre si, tanto morfológicamente quanto ecologicamente. E, apesar de análises filogenéticas terem demonstrado o monofiletismo do grupo, suas sinapomorfias morfológicas ainda são incertas (Wurdack & Davis 2009).

A família Euphorbiaceae foi primeiramente descrita na obra *Genera Plantarum* de Jussieu (1789). É uma das maiores famílias dentre as Angiospermas e a maior dentro da ordem Malpighiales (Wurdack & Davis 2009). Se destaca pela riqueza de espécies, diversidade morfológica e fitoquímica e por apresentar espécies de importância econômica utilizadas na indústria, na alimentação, na medicina e no paisagismo (Sousa & Lorenzi 2005, Wurdack *et al.* 2005).

A diversidade de Euphorbiaceae *s.l.* está representada nas diversas tentativas de classificar taxonomicamente a família no decorrer de sua história evolutiva (Webster 1987, Wurdack *et al.* 2005). Tradicionalmente, a família Euphorbiaceae *s.l.* estava dividida em cinco subfamílias: Phyllanthoideae e Oldfieldioideae, com espécies biovuladas, e Acalyphoideae, Crotonoideae e Euphorbioideae, com espécies uniovuladas (Jussieu 1823, Webster 1975, Webster 1994a, Webster 1994b, Gordillo *et al.* 2002, Wurdack *et al.* 2004, Wurdack *et al.* 2005). Contudo, estudos filogenéticos baseados na análise de DNA confirmaram o polifiletismo de Euphorbiaceae *s.l.*, que, por isso, foi dividida em apenas três subfamílias: Acalyphoideae, Crotonoideae e Euphorbioideae, que juntas formavam a família Euphorbiaceae *s.s.*; Phyllanthoideae foi desmembrada nas famílias Phyllanthaceae e Putranjivaceae; e Oldfieldioideae foi reconhecida na família Picrodendraceae, de acordo com o princípio da prioridade botânica (Chase *et al.* 1993, Chase *et al.* 2002, APG II 2003, Wurdack *et al.* 2004, Wurdack *et al.* 2005, Tokuoka 2007).

Em sua análise filogenética Wurdack *et al.* (2005) demonstraram que as subfamílias Acalyphoideae e Crotonoideae não seriam monofiléticas, sendo Euphorbioideae a única subfamília monofilética de Euphorbiaceae e propuseram, ainda, duas novas subfamílias Peroideae e

Cheilosoideae. Posteriores estudos filogenéticos revelaram o estabelecimento da família Rafflesiaceae em meio as Euphorbiaceae *s.s.* emergindo dentre as subfamílias Peroideae e Acalyphoideae (Davis *et al.* 2007). Assim, a fim de se evitar o parafiletismo de Euphorbiaceae e manter o status de família de Rafflesiaceae, foi necessária a exclusão dos gêneros *Pera* Mutis, *Chaetocarpus* Thwaites, *Clutia* Boerh. ex L., *Pogonophora* Miers ex Benth. e *Trigonophera* Habe & Okutani, que atualmente estão estabelecidos na família Peraceae (Davis & Wurdack 2004, APG III 2009, Wurdack & Davis 2009), reconhecida recentemente pelo APG IV (2016). Análises moleculares demonstram o monofiletismo de Euphorbiaceae *s.s.* compreendendo as subfamílias Cheilosoideae, Acalyphoideae, Crotonoideae e Euphorbioideae (Wurdack *et al.* 2005, Tokuoka 2007, APG III 2009, Wurdack & Davis 2009).

Euphorbiaceae *s.s.* apresenta aproximadamente 246 gêneros e 6.300 espécies (Govaerts *et al.* 2000, Radcliffe-Smith 2001, Wurdack *et al.* 2004, Wurdack & Davis 2009), com distribuição mundial (Figura 1), exceto nas regiões polares e com ampla distribuição pelos trópicos e subtropicais (Burger & Huft 1995). No Brasil, a família é representada por cerca de 62 gêneros e 770 espécies, estando entre as principais famílias que constituem a flora brasileira e entre as que apresentam maior complexidade taxonômica (Cordeiro *et al.* 2010). Como muitas espécies da família são nativas, elas apresentam grande relevância como componentes ecológicos das formações vegetais e na recuperação de áreas degradadas (Reizt 1988).

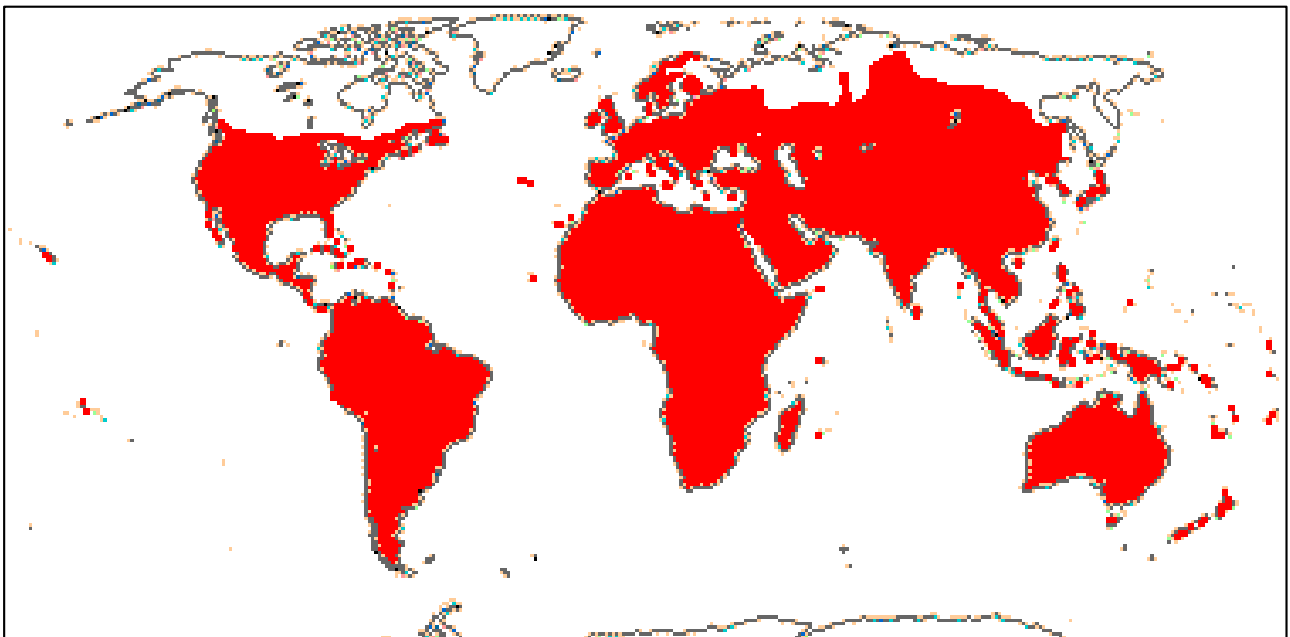


Figura 1. Mapa mundial da distribuição geográfica da família Euphorbiaceae (figura retirada de <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>).

As espécies de Euphorbiaceae são caracterizadas pelo hábito herbáceo a arbóreo, às vezes cactiformes ou lianescentes, presença de látex colorido, transparente ou leitoso, possuem indumento variado, de tricomas estrelados a escamiformes ou ausentes. As folhas são muito variadas, podendo ser pecioladas ou sésseis, são alternas ou opostas, mais raramente verticiladas, simples ou compostas digitadas, de nervação pinada ou palmada, as estípulas são livres ou unidas, reduzidas a glândulas ou ausentes. As inflorescências podem ser terminais e/ou axilares, em geral são tirso ou, mais raramente, racemos, além de serem encontrados pseudantios nos gêneros *Dalechampia* e *Euphorbia*, mais conhecido como ciátio. As flores são unissexuais (em espécies monoicas ou dioicas), geralmente actinomorfas, podendo ser aclamídeas, monoclamídeas ou, mais raramente, diclamídeas, e frequentemente portam nectários (disco nectarífero). As flores estaminadas podem possuir de um a vários estames, com filetes livres ou conados e anteras geralmente rimosas; os grãos de pólen são tectados ou não-tectados, inaperturados com o padrão crotonóide ou poliaperturados mas em geral tricolporados (Webster 1967). As flores pistiladas possuem ovário súpero, tricarpelar e trilocular, cada lóculo com apenas com um óvulo de placentação axilar; os estiletos podem ser inteiros ou variadamente ramificados, livres ou unidos. Os frutos, conhecidos como tricocas, são cápsulas com deiscência septicida e loculicida, na maioria das vezes em três mericarpos (cocas) bivalvados, com exocarpo liso a variadamente ornamentado e carpóforo persistente; cada mericarpo porta apenas uma semente, com formato e ornamentação da testa bastante variados, podendo possuir carúncula ou arilo, e endosperma abundante (Webster 1994b, Radcliffe-Smith 2001).

2. Tribo Hippomaneae A. Juss. ex. Bartl.

A subfamília Euphorbioideae compreende cinco tribos: Euphorbieae, Hippomaneae, Hureae, Pachystromateae e Stomatocalyceae (Webster 1987, Webster 1994a, Webster 1994b, Wurdack *et al.* 2005). Dados moleculares demonstraram que Euphorbioideae, excluindo-se Stomatocalyceae, é considerada monofilética podendo ser dividida em dois clados irmãos: um com a presença de ciátio, englobando os representantes de Euphorbieae; e outro sem a presença de ciátio, representado por Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae (Tokuoka 2007).

A tribo Hippomaneae é uma das menos estudadas e uma das que apresentam maiores problemas taxonômicos dentro da subfamília Euphorbioideae, devido ao fato de que seus representantes apresentam delimitação e circunscrição complexas, que vem sofrendo mudanças continuamente, apresentando diversos problemas nomenclaturais (Esser *et al.* 1997, Melo 2006, Santos & Sales 2009).

Hippomaneae foi primeiramente proposta por Jussieu (1824) em seu estudo sobre euforbiáceas de interesse medicinal. Tem por características principais a presença de látex leitoso e cáustico ou tóxico, laticíferos não articulados, brácteas frequentemente glandulares e flores apétalas (Gilbert 1994, Esser *et al.* 1997, Esser 2001). Os membros da tribo são encontrados em savanas e florestas tropicais de todo o mundo (Esser *et al.* 1997).

Quando primeiramente descrita, Hippomaneae era representada por 13 gêneros: *Commia* Lour., *Excoecaria* L., *Hippomane* L., *Homalanthus* A. Juss., *Hura* L., *Maprounea* Aubl., *Microstachys* A. Juss., *Omphalea* L., *Sapium* Jacq., *Sebastiania* Spreng., *Stillingia* Garden ex L., *Styloceras* Kunth ex A. Juss. e *Triadica* Lour (Jussieu 1824).

Baillon (1864) incluiu outros gêneros em Hippomaneae: *Actinostemon* Mart. ex Klotzsch, *Colliguaja* Molina, *Mabea* Aubl., *Senefeldera* Mart. e *Stillingia*. Considerou que *Sebastiania*, *Sapium* e *Maprounea* estavam relacionados a *Stillingia*.

Baillon (1874) posicionou espécies dos gêneros *Sebastiania*, *Sapium*, *Stillingia* e *Maprounea* em *Excoecaria*.

Pax & Hoffmann (1912) propuseram a divisão de Hippomaneae em 9 subtribos: Omphaleinae, Mabeinae, Homalanthinae, Trisyngyninae, Gymnanthinae, Excoecariinae, Stillingiinae, Adenopeltinae e Hurinae, contendo 26 gêneros.

Pax (1924) reduziu Hippomaneae a 7 subtribos: Mabeinae, Homalanthinae, Gymnanthinae, Excoecariinae, Stillingiinae, Adenopeltinae e Hurinae, sendo esta última considerada como táxon basal devido à natureza e disposição de suas flores estaminadas indicarem que essa subtribo era filogeneticamente mais antiga que as demais.

Webster (1975) e Webster (1994b) classificaram as tribos Euphorbieae, Hippomaneae, Pachystromateae e Stomatocalyceae na subfamília Euphobioideae. Dividiu Hippomaneae em apenas 3 subtribos: Hippomaninae, englobando Adenopeltinae, Excoecariinae, Gymnanthinae e Stillingiinae; Carumbiinae, representada por Holomanthinae; e Mabeinae; apresentando 23 gêneros. A subtribo Hurinae passou a ser classificada como tribo Hureae.

A partir da análise filogenética com enfoque em características morfológicas das espécies de Hippomaneae Esser *et al.* (1997) analisaram 13 gêneros e demonstraram o monofiletismo da tribo com base nas seguintes sinapomorfias: presença de botões florais inclinados protegidos por brácteas em seus estágios iniciais e a exposição dos aparelhos reprodutores resultantes da redução do cálice.

Esser (1999a) reexaminando as espécies de Hippomaneae da Malásia descreveu 8 gêneros (*Balakata* Esser, *Falconeria* Royle, *Gymnanthes*, *Microstachys*, *Sapium*, *Shirakiopsis* Esser, *Stillingia* e *Triadica*) e 13 espécies. *Balakata* e *Shirakiopsis* foram descritas como novos gêneros para tribo e somente *Excoecaria* e *Homalanthus* não foram revisadas.

Na atual classificação taxonômica de Hippomaneae, Esser (2001) propôs a subdivisão da tribo em: Carumbiinae, com apenas um gênero *Homalanthus* A. Juss e aproximadamente 25 espécies distribuídas pela Tailândia, Malásia, Austrália, Nova Zelândia e Ilhas do Pacífico; e Hippomaninae, com 34 gêneros e cerca de 300 espécies presentes nas Américas, África, Ásia e Oceania. Mabeinae foi considerada polifilética pois era representada pelos gêneros *Mabea*, *Senefeldera* e *Senefelderopsis* que eram morfologicamente distintos entre si e foram então posicionados em Hippomaninae. Ademais, descreveu três novos gêneros: *Pleradenophora* Esser, *Pseudosenefeldera* Esser e *Spegazziniophytum* Esser.

Wurdack *et al.* (2005) realizaram uma análise molecular com as Euphorbiaceae *s.s.*, demonstrando o parafiletismo de Hippomaneae devido a emergência de gêneros das tribos Hureae e Pachystromateae em meio aos da tribo Hippomaneae (Figura 2). Contudo, as três tribos podem ser separadas pelos seguintes caracteres morfológicos: Hippomaneae por brácteas florais geralmente glandulares, flores inclinadas com um pequeno cálice aberto em botão; Hureae por brácteas florais aglandulares, peltadas ou unidas ao eixo de inflorescência, cobrindo os botões florais e flores eretas; e Pachystromateae por brácteas florais glandulares, botões florais eretos e um grande cálice fechado em botão.

No Brasil, Hippomaneae está representada por 13 gêneros e cerca de 120 espécies (Esser 2012).

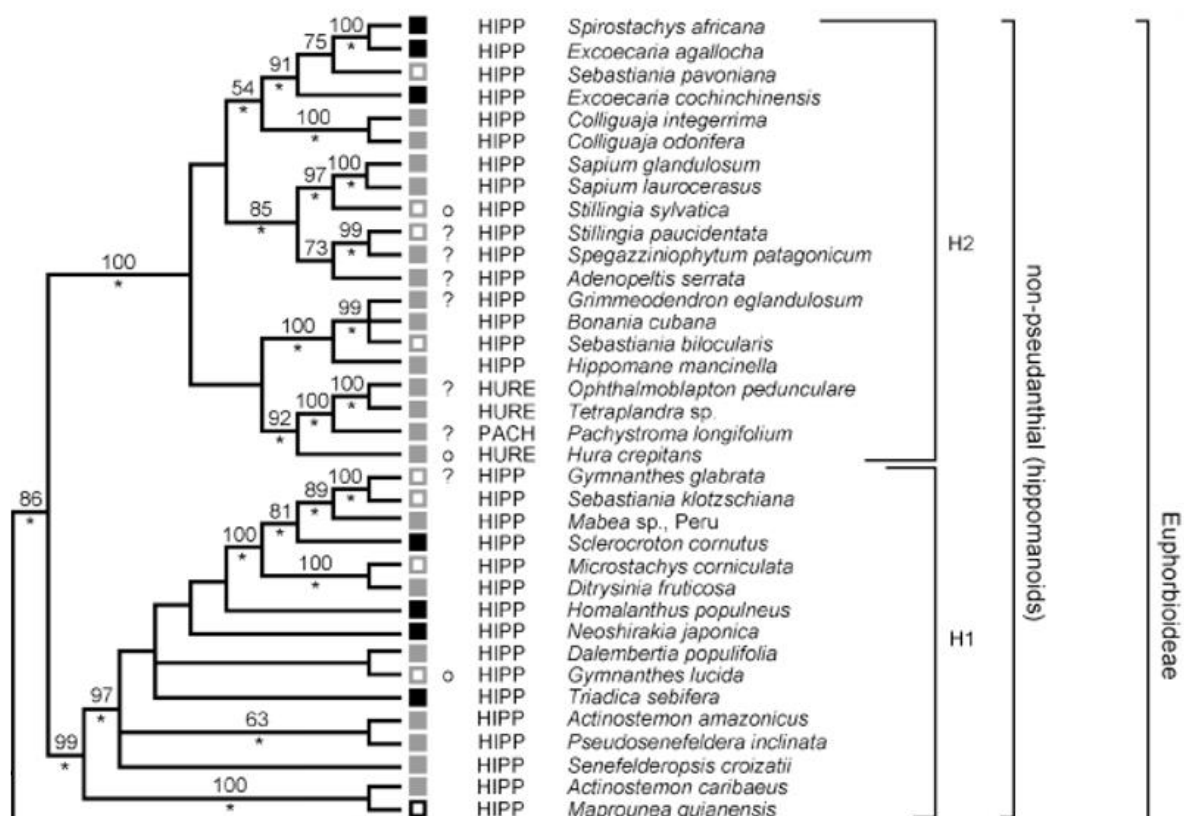


Figura 2. Árvore filogenética demonstrando a relação entre as espécies de Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae, clado das Euphorbioideae sem ciátio (figura retirada de Wurdack et al. 2005).

3. Histórico taxonômico dos gêneros analisados no presente estudo

Serão abordadas as 32 espécies estudadas no presente trabalho, sendo 28 espécies de 12 gêneros pertencentes à Tribo Hippomaneae, três espécies de dois gêneros da Tribo Hureae e uma espécie da Tribo Pachystromateae, representadas por 82 coleções de herbário (Tabela 1), conforme se segue:

Tabela 1. Distribuição das espécies estudadas (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>; <http://powo.science.kew.org>; A. Pscheidt, dados não publicados).

Espécie	Distribuição no Brasil e no mundo
Tribo Hippomaneae	
1. <i>Actinostemon verticillatus</i> (Klotzsch) Baill.	Brasil (AL, BA, ES, MG, PE, RJ, SP)
2. <i>Actinostemon klotzschii</i> (Didr.) Pax	Brasil (BA, CE, ES, MA, MG, PA, PR, RJ, SP)
3. <i>Colliguaja brasiliensis</i> Klotzsch ex Baill.	Brasil (PR, RS, SC), Paraguai, Uruguai
4. <i>Gymnanthes multiramea</i> (Klotzsch) Müll.Arg.	Brasil (BA, ES, MG, RJ, SP)
5. <i>Gymnanthes schottiana</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg.	Argentina, Brasil (DF, GO, MS, MG, PR, RJ, RS, SC, SP), Paraguai, Uruguai
6. <i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Bolívia, Brasil (AC, AM, AP, BA, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, RJ, RO, SP), Paraguai
7. <i>Mabea piriri</i> Aubl.	Brasil (AC, AM, BA, GO, MA, MT, MG, PA, PE, RJ, RR, SE, SP) Colômbia, Costa Rica, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Panamá, Peru, Suriname, Venezuela
8. <i>Maprounea brasiliensis</i> A. St. Hil.	Brasil (BA, DF, GO, MA, MG, MT, PA, PR, SP), Paraguai
9. <i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Bolívia, Brasil (AC, AM, AP, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MT, MS, MG, PA, PR, PE, RJ, RO, RR, SP), Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Guiana, Panamá, Paraguai, Peru, Suriname, Trinidad-Tobago, Venezuela
10. <i>Microstachys anisodonta</i> Müll.Arg.	Endêmica GO
11. <i>Microstachys bidentata</i> (Mart. & Zucc.) Esser	Bolívia, Brasil (AM, BA, DF, GO, MA, MT, MG, PA, SP, TO), Colômbia, Suriname, Venezuela

12. <i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.	Bolívia, Brasil (AM, BA, CE, DF, ES GO, MA, MT, MS, MG, PA, PB, PR, PE, PI, RJ, RN, RS, RR, SC, SP, SE, TO), Colômbia, Costa Rica, Cuba, Guiana, Guiana Francesa, Haiti, Honduras, México, Panamá, Paraguai, Porto Rico, República Dominicana, Suriname, Trindade e Tobago, Venezuela
13. <i>Microstachys ditassoides</i> (Didr.) Esser	Bolívia, Brasil (BA, DF, GO, MT, MS, MG, PI)
14. <i>Microstachys glandulosa</i> (Mart. & Zucc.) Esser & M. J. Silva	Brasil (BA, DF, ES, GO, MT, MS, MG, PI, RJ, SP)
15. <i>Microstachys heterodoxa</i> (Müll.Arg.) Esser	Endêmica BA
16. <i>Microstachys marginata</i> (Mart.) Klotzch ex Müll. Arg.	Brasil (BA, MG)
17. <i>Microstachys nummularifolia</i> (Cordeiro) Esser	Endêmica MG
18. <i>Microstachys revoluta</i> (Ule) Esser	Endêmica BA
19. <i>Microstachys salicifolia</i> (Mart. & Zucc.) M. J. Silva & Pscheidt	Argentina, Bolívia, Brasil (AP, AM, BA, CE, ES, GO, MT, MS, MG, PA, PI, RJ, SP, TO), Colômbia, Guiana Francesa, Guiana, Paraguai, Suriname, Venezuela
20. <i>Pleradenophora membranifolia</i> (Müll. Arg.) Esser & A. L. Melo	Bolívia, Brasil (GO, MG, MS, MT, SP), Peru
21. <i>Sapium haemospermum</i> Müll.Arg.	Argentina, Bolívia, Brasil (MT, PR, RJ, SC), Paraguai, Uruguai.
22. <i>Sapium obovatum</i> Klotzsch. ex Müll. Arg.	Bolívia, Brasil (AM, BA, DF, GO, MG, MS, MT, SP), Paraguai.
23. <i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Argentina, Bolívia, Brasil (ES, GO, MG, MS, MT, PR, RS, SC, SP) Colômbia, Paraguai, Uruguai, Venezuela
24. <i>Sebastiania brevifolia</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg.	Brasil (BA, CE, MG)
25. <i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	Brasil (AL, BA, ES, MG, PE, RJ, SP)

-
- | | |
|---|--|
| 26. <i>Stillingia argutedentata</i> Jabl. | Brasil (BA, MG) |
| 27. <i>Stillingia uleana</i> Pax ex K. Hoffm. | Brasil (BA, MG) |
| 28. <i>Triadica sebifera</i> (L.) Small | China, Coreia, Cuba, Estados Unidos, Japão, Porto Rico |
-

Tribo Hureae

- | | |
|--|--|
| 1. <i>Algermonia brasiliensis</i> Baill. | Brasil (RJ, SP) |
| 2. <i>Algermonia leandrii</i> (Baill.) G.L.Webster | Brasil (BA, ES, MG, RJ, SP) |
| 3. <i>Hura crepitans</i> L. | Bahamas, Bolívia, Brasil (AC, AM, AP, PA, RO, RR), Colômbia, Costa Rica, Cuba, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Haiti, Honduras, Jamaica, Nicarágua, Panamá, Peru, Porto Rico, República Dominicana, Suriname, Trinidad e Tobago, Venezuela |
-

Tribo Pachystromateae

- | | |
|--|--|
| 1. <i>Pachystroma longifolium</i> (Nees) I.M.Johnst. | Bolívia, Brasil (BA, ES, MG, PR, RJ, RS, SC, SP) |
|--|--|
-

3.1. *Actinostemon* Mart. ex Klotzsch

O nome *Actinostemon* foi inicialmente utilizado por Martius em etiqueta de herbário e posteriormente o gênero foi descrito por Klotzsch (1841), que propôs conjuntamente o gênero *Dactylostemon* Klotzsch. Os dois gêneros diferiam entre si pela presença ou ausência de dentículos nos frutos.

A propositura dos dois gêneros foi aceita por Müller Argoviensis (1866, 1874) e Bentham & Hooker (1880).

Pax & Hoffmann (1912) classificaram *Dactylostemon* como subgênero de *Actinostemon*.

Outro problema nomenclatural foi a delimitação do gênero *Gussonia*, que foi inicialmente unido ao gênero *Gymnanthes* por Jussieu (1824).

Klotzsch (1841) classificou *Gussonia* e *Gymnanthes* como dois gêneros distintos.

Kuntze (1891) uniu *Gussonia* a *Actinostemon*.

Webster & Huft (1988) e Webster (1994b) consideravam que *Actinostemon* e *Gymnanthes* formavam um único gênero. Apesar da similaridade entre suas inflorescências quando maduras, os dois gêneros podem ser separados devido as diferenças na morfologia de suas folhas e botões florais, corroborando com a análise molecular de Wurdack *et al.* (2005) que demonstrou claramente a separação entre os dois gêneros.

Jablonsky (1969) revisando o gênero, reconheceu 14 espécies.

Actinostemon é um gênero neotropical com distribuição pelas Antilhas e toda a América do Sul, cujo centro de diversidade encontra-se no Brasil. (Esser 2001, 2012).

3.2. *Colliguaja* Molina

Colliguaja foi primeiramente descrita por Molina (1782). É um gênero nativo da América do Sul, representado por quatro espécies. No Brasil, somente *C. brasiliensis* Klotzsch ex Baill é registrada nos três estados do Sul do país. Diferencia-se das outras espécies de Hippomaneae por apresentar brácteas florais estipitadas e sem glândulas, flores estaminadas aclamídeas e sementes carunculadas (Cordeiro 2015b).

3.3. *Gymnanthes* Sw.

Anteriormente o gênero era tratado sob o nome *Ateramnus* Browne (1756), que por isso teria prioridade sobre *Gymnanthes* Swartz (1788). Porém, *Ateramnus* foi publicado com um protólogo muito pequeno e pouco esclarecedor, além de não apresentar nenhum material original. Já o nome *Gymnanthes* foi descrito a partir de duas espécies: *G. elliptica* Sw. e *G. lucida* Sw., sendo a última estabelecida como lectótipo por Grisebach (1859).

Endlicher (1836-1840) e Grisebach (1859) posicionaram o gênero como seção de *Excoecaria*.

Müller Argoviensis (1866) posicionou as espécies de *Gymnanthes* na subseção *Sarothrostachys* Klotzsch, seção *Gussonia*, gênero *Sebastiania*,

Pax & Hoffmann (1912) e Esser (2001) reestabeleceram *Gymnanthes* a categoria de gênero.

Esser (2001) sinonimizou as espécies de *Sebastiania* sect. *Adenogyne* (Klotzsch) Benth. como *Gymnanthes*.

Esser (1998) e Esser *et al.* (2010) apontaram que há gêneros paleotropicals, a exemplo de *Shirakiopsis* Esser, que apresentam muitas características similares com *Gymnanthes*. Em contrapartida, algumas espécies neotropicais, a exemplo de *G. hypoleuca* Benth. e *G. discolor*, diferem das demais com relação a características morfológicas das folhas.

De acordo com a análise molecular de Wurdack *et al.* (2005), o gênero pode não ser monofilético.

Atualmente, *Gymnanthes* é o maior gênero de Hippomaneae. Tem distribuição pantropical e inclui cerca de 45 espécies, cujo centro de diversidade encontra-se no Brasil (Esser 2012).

3.4. *Mabea* Aubl.

Aublet (1775) descreveu *Mabea* em sua obra *Histoire des plantes de la Guiane Française* a partir de duas espécies *M. piriri* Aubl. e *M. taquari* Aubl..

Pax & Hoffmann (1912) descreveram 29 espécies para *Mabea*, dividindo-as em quatro seções de acordo com a presença de glândulas nas sépalas e forma dos tirsos, que foram organizadas em dois grupos morfológicamente distintos: *Mabea* sect. *Spiculigeræ* Pax & K.Hoffm. e *Mabea* sect. *Mabea*, que abrangia as demais seções: *Intermediae* Pax & K.Hoffm, *Umbellulifera* Pax & K.Hoffm e *Apodæ* Pax & K.Hoffm.

Mabea é o segundo maior gênero de Hippomaneae, com aproximadamente 40 espécies (Esser 1994, Burger & Huft 1995, Govaerts *et al.* 2000, Esser 2001), distribuídas do México à Bolívia e Brasil, porém ausente nas Antilhas (Esser 1994, Govaerts *et al.* 2000, Esser 2001). 24 espécies ocorrem no Brasil, sendo que 8 são endêmicas, uma da Bahia e as demais da Amazônia (Esser 2012).

3.5. *Maprounea* Aubl.

Aublet (1775) em sua obra *Histoire des plantes de la Guiane Française* também estabeleceu o gênero *Maprounea* com uma única espécie, *M. guianensis* Aubl.

Pax & Hoffmann (1912) estabeleceram quatro espécies para o gênero: *M. africana* Müll. Arg., *M. brasiliensis* A. St.-Hil., *M. guianensis* Aubl. e *M. membranacea* Pax & K. Hoffm.

O gênero é taxonomicamente bem definido (Pax & Hoffmann 1912).

Das cinco espécies aceitas para *Maprounea*, duas ocorrem na África, da Nigéria a Angola, e três na América, do Panamá até a Bolívia. As três espécies neotropicais ocorrem comumente no Brasil. (Senna 1984, Webster & Huft 1988, Webster 1994b, Esser 1999b, Govaerts *et al.* 2000, Esser 2001, 2012).

3.6. *Microstachys* A. Juss.

Microstachys foi estabelecido por Jussieu (1824).

Müller (1866, 1874) e Pax & Hoffmann (1912) reconheceram os membros de *Microstachys* como seção no gênero *Sebastiania* Spreng.

Webster (1994b) notou que as espécies dessa seção eram morfologicamente diferentes das outras seções de *Sebastiania* e que possivelmente representavam um gênero distinto.

Esser (1998) restabeleceu o gênero, incluindo nele os representantes das seções de *Sebastiania*: *Elachocroton* (F. Mull.) Pax, *Microstachys* e *Microstachyopsis* (Müll. Arg.) Pax.

Esser *et al.* (1998), Esser (1998, 2001) e Wurdack *et al.* (2005) definiram *Microstachys* como monofilético.

O gênero apresenta cerca de 15 espécies com distribuição pantropical, concentrando-se principalmente na América do Sul, onde o Brasil abriga a maior diversidade de espécies do gênero, com a ocorrência de 11 espécies, sendo 4 delas endêmicas da Bahia, Minas Gerais e Goiás. Cerca de 4 espécies ocorrem na África, sendo 3 delas endêmicas e apenas uma ocorre na Ásia e Oceania (Esser 1998, Govaerts *et al.* 2000, Esser 2001).

3.7. *Pleradenophora* Esser

O gênero foi descrito por Esser (2001). Contudo, a espécie *Sebastiania membranifolia* Müll.Arg. já havia sido ilustrada por Jablonski (1967), que erroneamente atribuiu o nome *Sebastiania rhombifolia* (Rusby) Jabl.

Esser (2001) publicou o gênero baseado apenas no material tipo *P. longicuspis* (Standley 1932) de Belize. Era evidente que outras espécies também pertenceriam a *Pleradenophora*, a exemplo de *Sebastiania bilocularis* Watson (1885), porém eram necessários estudos mais aprofundados sobre essa espécie.

Melo (2006) revisando as espécies de *Sebastiania* s.s. posicionou algumas espécies do sul dos Estados Unidos e do norte da Mesoamérica em *Pleradenophora*.

As espécies do gênero eram antigamente posicionadas nos gêneros *Sapium* e *Sebastiania* (Mcvaugh 1995, Kruijt 1996, Steinmann & Felger 1997, Govaerts *et al.* 2000).

Sebastiania membranifolia, única espécie brasileira de *Pleradenophora*, não podia ser facilmente posicionada em qualquer outro gênero pois compartilhava características semelhantes com *Sapium*, *Stillingia* e *Gymnanthes*. Suas flores e frutos eram similares as de *Pleradenophora*, por isso, apesar da distância geográfica de ocorrência das demais espécies, *S. membranifolia* foi circunscrita ao gênero (Esser 2012).

Características morfológicas das folhas, flores estaminadas, frutas e sementes distinguem *Pleradenophora* dos demais gêneros de Hippomaneae (Melo 2013).

O gênero é composto por 5 espécies: *P. bilocularis* (Watson) Esser & A.L.Melo; *P. lottiae* (McVaugh) A.L.Melo & Esser; *P. membranifolia* (Müll.Arg.) Esser & A.L.Melo; *P. tikalana* (Lundell) A.L.Melo & Esser e *P. tuerckheimiana* (Pax & K.Hoffm.) A.L.Melo & Esser, encontradas nos Estados Unidos, México, Brasil, Peru, Bolívia, Guatemala, Belize e Honduras (Melo 2013).

3.8. *Sapium* Jacq.

O gênero foi descrito por Jacquin (1760) com base na espécie *Sapium aucuparium* Jacq. O nome já havia sido utilizado por Browne (1756) para descrever plantas da Jamaica, porém não foi validado visto que nenhuma espécie foi retratada nesta obra (Kruijt & Zijlstra 1989).

Endlicher (1836-1840) e Klotzsch (1841) posicionaram *Sapium* como uma seção de *Stillingia* Garden ex L. Sem frutas, as espécies de *Sapium* e *Stillingia* podem ser confundidas (Esser 2010).

Müller (1863, 1864, 1865) elevou *Sapium* à categoria de gênero, contudo em trabalhos posteriores reposicionou-o em *Excoecaria*. (Müller 1866, 1874).

Huber (1906a, 1906b) elevou-o novamente a gênero, considerando 55 espécies para a região neotropical.

Pax & Hoffmann (1912) reconheceu 93 espécies para *Sapium* e as dividiu em três subgêneros: *Eusapium* Pax et K. Hoffm., *Sclerocroton* (Hochst.) Pax et K. Hoffm. e *Conosapium* (Müll. Arg.) Benth.

Kruijt (1996) considerou que o gênero era composto apenas pelas espécies do subgênero *Eusapium* e excluiu de sua circunscrição as espécies paleotropicals compreendidas nos outros subgêneros de Pax & Hoffmann (1912).

A sistemática de *Sapium* foi muito bem estabelecida e o gênero pode ser considerado como monofilético (Kruijt 1996, Esser *et al.* 1998)

Sapium compreende 21 espécies (Burger & Huft 1995, Kruijt 1996, Gordillo *et al.* 2002), ocorrendo do México e Antilhas até a Argentina e Bolívia (Huber 1906a, 1906b, Esser 1999a,

2001). 9 espécies ocorrem no Brasil, sendo *S. sellowianum* (Müll.Arg.) Huber a única endêmica (Esser 2012).

3.9. *Sebastiania* Spreng.

O gênero foi descrito por Sprengel (1821) com base em uma única espécie, *Sebastiania brasiliensis* Spreng.

Müller Argoviensis (1874) dividiu o gênero em três seções: *Eusebastiania* Müll. Arg., *Gussonia* Müll. Arg. e *Microstachys* Müll. Arg.; descreveu 41 espécies para o Brasil, as quais muitas foram sinonimizadas de outros gêneros como *Adenogyne* Klotzsch, *Cnemidostachys* Mart. & Zucc., *Excoecaria* L., *Gymnanthes* Sw., *Microstachys* A. Juss. e *Stillingia* Garden ex L.; das 41 espécies 8 foram descritas como novas para o Brasil.

Pax & Hoffmann (1912) e Webster (1994b) consideraram *Sebastiania* em um sentido muito amplo, reconhecendo cerca de 100 espécies, agrupando-as somente devido a presença de 3 estames nas flores estaminadas. Pax & Hoffmann (1912) considerava a divisão de *Sebastiania* em 7 seções: *Microstachys* (Juss.) Müll. Arg., *Elachocroton* (F. v. Müll.) Pax, *Ditrysinia* (Raf.) Müll. Arg., *Microstachyopsis* (Müll. Arg.) Pax., *Sarothrostachys* (Klotzsch) Benth., *Adenogyne* (Klotzsch) Benth. e *Eusebastiania* Müll. Arg.

Esser (1994, 2001) e Esser *et al.* (2010) mostraram que a classificação de Pax & Hoffmann (1912) agrupava espécies que diferiam entre si em outras características importantes e ao mesmo tempo outras espécies que também apresentavam 3 estames nas flores estaminadas não foram incluídas na circunscrição de *Sebastiania*, como algumas espécies de *Senefelderopsis* e *Sapium*.

Esser (1998, 2001) demonstrou, a partir de uma análise filogenética, que o gênero *Sebastiania* compreendia apenas as espécies da seção *Eusebastiania*; as seções *Elachocroton* e *Microstachyopsis* foram posicionadas no gênero *Microstachys*; as seções *Sarathrostachys* e *Adenogyne* foram sinonimizadas e circunscritas em *Gymnanthes*; a seção *Ditrysinia* foi elevada à categoria de gênero.

A sistemática entre *Sebastiania* e *Excoecaria* ainda é um problema que persiste. *Excoecaria* é um gênero paleotropical que compreende cerca de 35 espécies distribuídas da África até a Ásia e Austrália e é extremamente semelhante a *Sebastiania*. As filogênias de Esser (1998) e Wurdack *et al.* (2005) confirmam que juntos os dois gêneros formam um único clado e que por isso poderiam ser unidos. Assim, o nome *Excoecaria* Linnaeus (1753) teria prioridade sobre o nome *Sebastiania* Sprengel (1821). Porém os dois gêneros ainda não foram unidos, necessitando de mais revisões sobre ambos (Esser 2012).

Sebastiania possui cerca de 20 espécies, todas neotropicais, distribuídas do México ao Paraguai e Uruguai, 9 destas ocorrendo no Brasil (Esser 2001, 2012).

3.10. *Senefeldera* Mart.

Senefeldera foi primeiramente descrita por Martius (1841), com base na espécie *S. multiflora* Mart.

Müller Argoviensis (1866) atribuiu quatro variedades à *S. multiflora*.

Müller Argoviensis (1874) na Flora Brasilensis, relatou duas novas espécies, *S. dodecandra* Müll. Arg. e *S. inclinata* Müll. Arg.

Pax & Hoffmann (1912) adicionou mais uma nova espécie ao gênero *S. karsteniana* Pax & K. Hoffm. e dividiu-o em duas seções: *Eusenefeldera* Pax. e *Inclinatae* Pax.

Esser (2001) circunscreveu *Senefeldera* apenas com as espécies da seção *Eusenefeldera*; a seção *Inclinatae* foi elevada à categoria de gênero, passando a denominar-se *Pseudosenefeldera* Esser, compreendendo uma única espécie.

Senefeldera possui três espécies com distribuição muito restrita e que ocorrem bem distante umas das outras: *S. verticillata* (Vell.) Croizat restringe-se ao Rio de Janeiro; *S. triandra* Pax & K. Hoffm. é rara e encontrada no sudoeste do Amazonas e no Peru e *S. testiculata* Pittier só é conhecida no sudoeste da América do Sul, da Venezuela ao Panamá (Esser 2012).

3.11. *Stillingia* Garden ex L.

Stillingia foi descrita pela primeira vez por Alexander Garden na obra “Systema Naturae” de Linnaeus (1767).

Endlicher (1836-1840) posicionou *Stillingia* na tribo Euphorbieae.

Klotzsch (1841) classificou-o em Hippomaneae.

Müller Argoviensis (1874) descreveu 4 espécies para o Brasil e dividiu o gênero em 2 seções: *Eustillingia* Klotzsch. e *Microstachyopsis* Müll. Arg.

Pax & Hoffmann (1912) reconheceram 26 espécies para o gênero: 13 ocorrendo na América do Norte e Central, 9 na América do Sul, 3 em Madagascar e 1 em Fiji.

Rogers (1951) descreveu 23 espécies para o gênero somente na região neotropical.

As espécies de *Stillingia* apresentam muitas similaridades com *Sebastiania s.l.*, *Excoecaria*, *Maprounea* e *Sapium s.l.*, sendo este último gênero o mais semelhante. Diferenciam-se, porém, pelo carpóforo que possui a base dos carpelos persistente. (Rogers 1951, Johnston & Warnock 1963, Esser 1999a, 2001).

Mcvaugh (1995), Belgrano & Pozner (2005), Esser (2010) descreveram 4 novas espécies com ocorrência no México e nos Andes.

Jablonsky (1967) descreveu uma nova espécie para o Brasil: *S. argutedentata* Jablonski.

O monofiletismo do gênero ainda é incerto (Wurdack *et al.* 2005).

Stillingia é o 3º maior gênero de Hippomaneae, com aproximadamente 28 espécies, a maioria neotropicais, distribuídas dos Estados Unidos à Argentina (Rogers 1951, Burger & Huft 1995, Esser 2001, Gordillo *et al.* 2002); apenas 1 espécie paleotropical: *S. lineata* (Lam.) Müll.Arg. com ocorrência nas Ilhas Maurício, Ilhas Reunião, Malásia e Fiji (Burger & Huft 1995, Esser 2001). 6 espécies são reconhecidas para o Brasil, sendo que todas são endêmicas para o país (Esser 2012).

3.12. *Triadica* Lour.

O gênero foi primeiramente descrito por Loureiro (1790).

Baillon (1858) posicionou o gênero como seção de *Stillingia*. Müller Argoviensis (1866) classificou-o em *Excoecaria* e Pax & Hoffmann (1912) em *Sapium*. Todas as classificações foram baseadas nas similaridades entre a morfologia floral dos gêneros (Esser 2002).

Webster (1994b) acreditava que a classificação de *Triadica* como seção de *Sapium* era duvidosa.

Esser (1994, 1998, 1999a, 2001), Kruijt (1996) e Govaerts *et al.* (2000) elevaram *Triadica* à categoria de gênero, tendo sua circunscrição bem definida e sendo, provavelmente, monofilético.

A presença de sarcotesta esbranquiçada é única entre as euforbiáceas. A espécie *Triadica sebifera* (L.) Small é de grande importância econômica, devido ao seu uso ornamental e a extração de óleos e ceras de suas sementes (“Chinese Tallow Tree”). A sarcotesta das demais espécies do gênero é mais fina e pobre em ácido palmítico, por isso, não são de importância econômica (Esser 2002).

Triadica é representada por 3 espécies: *T. cochinchinensis* Lour; *T. rotundifolia* (Hemsl.) Esser e *T. sebifera* (L.) Small. todas endêmicas da Ásia (Esser 2002).

3.13. *Algernonia* Baill.

O gênero foi descrito por Baillon (1858) com base na espécie *A. brasiliensis*. Na mesma obra o autor também descreveu o gênero *Tetraplandra* que, no entanto, apresentava inúmeras características morfológicas semelhantes a *Algernonia*.

Müller Argoviensis (1866) classificou *Algernonia* na tribo Hippomaneae.

Baillon (1874) posicionou-o na série Exocaecearieae.

Bentham & Hooker (1880) reuniram *Tetraplandra* à *Algernonia*, formando um único gênero.

Pax & Hoffmann (1912) admitiram que os dois gêneros apresentavam similaridades mas decidiram considerá-los como gêneros separados.

Emmerich (1981) revisou os dois gêneros. Identificou 4 espécies para *Algernonia*. Em *Tetraplandra*, transferiu uma espécie para *Algernonia*, sinonizou outras duas, retirou uma espécie da circunscrição do gênero e descreveu 4 novas espécies.

Webster (2007) classificou todas as espécies de *Tetraplandra* no gênero *Algernonia*, dividindo o gênero nos subgêneros *Algernonia* e *Tetraplandra*.

Atualmente o gênero é composto por 11 espécies: *A. amazonica* (Emmerich) G.L.Webster, *A. bahiensis* (Emmerich) G.L.Webster, *A. brasiliensis* Baill., *A. dimitrii* (Emmerich) G.L.Webster, *A. gibbosa* (Pax & K.Hoffm.) Emmerich, *A. glazioui* Emmerich, *A. kuhlmannii* (Emmerich) G.L.Webster, *A. leandrii* (Baill.) G.L.Webster, *A. obovata* (Müll.Arg.) Müll.Arg., *A. paulae* Emmerich, *A. riedelii* (Müll.Arg.) G.L.Webster. A maioria endêmicas do Brasil, ocorrendo principalmente na Mata Atlântica (Cordeiro 2015a).

3.14. *Hura* L.

O gênero foi descrito por Linnaeus (1753) a partir da espécie *H. crepitans*.

Willdenow (1809) descreveu duas novas espécies *H. strepens* e *H. brasiliensis*.

Doornik (1849) classificou o gênero em Hippomaneae aceitando apenas a espécie *H. crepitans* L.

Baillon (1858) descreveu *H. polyandra*.

Baillon (1874) acreditava que *Hura* apresentava semelhanças com os gêneros da série Exocaecarieae.

Pax & Hoffmann (1912) propuseram a subtribo Hurinae, que compreendia as espécies *H. crepitans* e *H. polyandra*.

Webster (1975, 1994b) elevou o gênero a tribo Hureae.

As duas espécies do gênero, *H. crepitans* e *H. polyandra*, distribuem-se pela América do Sul, América Central e Antilhas. Apenas a primeira ocorre no Brasil, não sendo endêmica do país (Webster 1994a, Esser 2001).

3.15. *Pachystroma* Müll. Arg.

O gênero foi descrito por Müller Argoviensis (1865) tendo por base três variedades da espécie *P. ilicifolium* (nome inválido).

Está inserido na tribo Pachystromateae, contendo uma única espécie *P. longifolium* (Nees) I.M. Johnst, que é nativa da América do Sul, ocorrendo inclusive no Brasil. Sua principal característica diagnóstica é a presença de botões florais masculinos eretos. Dados moleculares demonstraram que o gênero é grupo-irmão da tribo Hureae (Wurdack *et al.* 2005).

4. Palinologia

Erdtman (1952) demonstrou que o estudo da morfologia polínica oferece importantes indícios para a taxonomia das Angiospermas. Além disso, os caracteres polínicos foram essenciais nas propostas recentes de classificação, como comprovam o APG II (2003), APG III (2009) e APG IV (2016).

A ornamentação da exina dos grãos de pólen, assim como os padrões de suas aberturas são bem conservados e geralmente mantidos ao longo de uma mesma linha evolutiva. Ao mesmo tempo os padrões polínicos podem apresentar inúmeras variantes entre os táxons, auxiliando em sua distinção. A forma e o tamanho dos grãos de pólen são caracteres instáveis, pois podem estar sujeitos às variações ambientais e ao método de preparação, incidindo ligeiras diferenças dentro de um mesmo táxon, como por exemplo, o pólen de uma mesma espécie que vegeta em ambientes úmidos, que devido a hidratação pode apresentar maiores volumes, com relação ao pólen das mesmas plantas que vivem em locais mais secos. Portanto, esses caracteres têm menor valor diagnóstico. Somente quando os limites superiores e inferiores das variáveis métricas são bem distintos entre os táxons de um mesmo grupo esses caracteres podem ser utilizados para distinguí-los. Por isso, torna-se importante na avaliação palinológica que vários espécimes de uma mesma espécie sejam estudados para uma melhor caracterização do táxon (Barth & Melhem 1988, Salgado-Labouriau 2007, Luz 2013).

A caracterização morfológica do pólen emprega metodologia de preparo e terminologia padronizada em catálogos próprios como o de Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007), definindo simetria, polaridade, âmbito (contorno do pólen em vista polar), classes de tamanho dos grãos, número, posição e caráter das aberturas (sistema NPC), aspecto e estratificação da exina, entre outras. Quando essas características apresentam alto grau de homogeneidade morfológica, o táxon é caracterizado como estenopolínico; quando apresentam variações significativas é caracterizado como euripolínico. O estudo da morfologia polínica é relevante para a resolução de problemas taxonômicos, pois aspectos como tipos de aberturas do pólen, escultura e estrutura da exina são considerados estáveis geneticamente, tornando-se importantes na delimitação e circunscrição dos táxons (Barth & Melhem 1988, Salgado-Labouriau 2007, Luz 2013).

Estudos palinológicos foram importantes para a reavaliação taxonômica da subdivisão das Euphorbiaceae *s.l.* (Erdtman 1952, Punt 1962, Webster 1975). Em Euphorbiaceae *s.l.* geralmente as espécies dentro de um mesmo gênero apresentam um mesmo tipo polínico, cujas dimensões e proporções podem variar, mas que é idêntico entre as espécies e se distingue dos outros gêneros da família com um considerável grau de variação. Por outro lado, diferentes tipos polínicos podem ocorrer dentro dos grandes gêneros e muitas vezes, diferentes gêneros possuem o mesmo tipo polínico. Portanto, em Euphorbiaceae *s.l.* não é possível classificar instantaneamente uma espécie

em um determinado gênero por sua morfologia polínica, necessitando-se analisar várias espécies componentes desse gênero (Punt 1962).

Conforme Punt (1962), que analisou palinologicamente diversas espécies de Euphorbiaceae *s.l.*, incluindo as da subfamília Phyllanthoideae, predomina os grãos de pólen tectados, tricolporados, com forma perprolata a oblata e âmbito triangular convexo, mas podem ocorrer casos de âmbito circular ou trilobado. O cólporo estreito é o mais comum e, em muitos casos é acompanhado por *costae* (espessamento da nexina) na ectoabertura ou na endoabertura. A maioria dos tipos polínicos nas subfamílias Phyllanthoideae (atualmente elevada a nível de família Phyllanthaceae) e Crotonoideae pode ser diferenciada entre si, apesar de alguns demonstrarem afinidades, como por exemplo, o tipo polínico *Clutia* com o subtipo *Phyllanthus pentaphyllus*, e o tipo *Amanoa* com o tipo *Sumbavia*. O tipo de ornamentação da exina denominado de “padrão-croton” é observado em muitos gêneros de Crotonoideae. Phyllanthoideae foi caracterizada por apresentar três tipos polínicos principais de acordo com a forma do pólen, presença de “*costae* transversal distinta” (espessamento da nexina visível contornando a endoabertura do tipo lalongada) e ornamentação reticulada da exina.

Díaz-Zavaleta & Palacios-Chávez (1980), Nowicke (1994), Takahashi *et al.* (1995, 2000), Fernández-González & Lobreau-Callen (1996), Lobreau-Callen & Suárez-Cervera (1997), Nowicke *et al.* (1998, 1999, 2002), Souza *et al.* (2016, 2017) caracterizaram grãos de pólen das subfamílias *Acalyphoideae* e *Crotonoideae*.

As espécies da subfamília *Acalyphoideae* apresentam variações em suas características polínicas, as de maior valor diagnóstico são os tipos de abertura e a ornamentação da exina. De um modo geral, os grãos de pólen são mônades; médios a grandes; isopolares; forma suboblata a subprolata; âmbito subcircular, circular e subtriangular; área polar pequena, muito pequena ou grande; 3 (4)-colporados a 3-colpados; presença de uma membrana granulada a equinado-grulada na abertura; endoabertura lalongada; exina microrreticulada, reticulada, birreticulada ou microequinado-perforada; sexina mais espessa que a nexina (Souza *et al.* 2017).

Os grãos de pólen da subfamília *Crotonoideae* são, em geral, mônades; médios a muito grandes; apolares ou isopolares; esferoidais ou suboblatos a oblato esferoidais; inaperturados, colpados ou porados; ornamentação da exina mostrando o padrão-Cróton, porém com peculiaridades em relação às unidades e subunidades de ornamentação (Souza *et al.* 2016).

Já a subfamília *Euphorbioideae* caracteriza-se por grãos de pólen que variam no tamanho, na forma, âmbito e área polar. As características polínicas mais relevantes que permitem a separação dos táxons são a ornamentação da exina e a presença ou ausência de margem, especialmente quando associadas ao tamanho dos grãos. De um modo geral, os grãos de pólen variam de pequenos a grandes; prolato-esferoidais a prolatos; âmbito subcircular a circular; área polar muito pequena a

pequena; 3 (4)-colporados; com margem psilada ou microrreticulada; membrana granulada na abertura; endoabertura lalongada a lolongada; exina microrreticulada, microrreticulada-rugulada ou microrreticulada-caveada a reticulada; sexina mais espessa que a nexina (Souza *et al.* 2017).

De acordo com a Palinologia deveria excluir-se a tribo Stomatocalyceae de Euphorbioideae, já que a ausência de margem no colpo e presença de exina rugulada em seus grãos de pólen a tornaria mais próxima da subfamília Acalyphoideae (Gillespie 1994, Pax & Hoffmann 1931).

Os trabalhos de Punt (1962), Salgado-Labouriau (1967), Salgado-Labouriau (1973), Díaz-Zavaleta & Palacios-Chávez (1980), Oliveira (1983-1985), Cruz- Barros *et al.* (2006), Corrêa *et al.* (2010), Sales *et al.* (2011), Park & Lee (2013), Radaeski *et al.* (2014), Matos *et al.* (2014), Li *et al.* (2017), Ybert *et al.* (2017), Souza *et al.* (2017) e Cordeiro *et al.* (2017) contribuíram com descrições da morfologia polínica de algumas espécies das tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae da subfamília Euphorbioideae.

O estudo de Punt (1962) foi o mais amplo e incluiu várias espécies das três tribos. De acordo com Punt (1962) a configuração polínica “Hippomane” abrangeu vários tipos e subtipos polínicos de acordo com o tamanho do pólen, variação do âmbito em circular, trilobado ou distintamente trilobado, comprimento do cólporo, presença ou não de margem do cólporo, tipo de endoabertura, espessamento da *costae*, ornamentação da exina, dentre outros parâmetros. No tipo “Hippomane” o autor classificou dois subtipos: “Hippomane” e “*Omalanthus nutans*”. O primeiro subtipo compreendeu os grãos de pólen dos gêneros pertencentes à tribo Hippomaneae de Pax & Hoffmann (1912, 1931). Esse subtipo polínico, que compreende espécies estudadas na presente pesquisa como *Mabea piriri*, *Mabea fistulifera*, *Sapium haemospermum* (apresentada lá como o heterotípico *Sapium longifolium*) e outras espécies de *Mabea* que não foram estudadas aqui, assim como outras de *Actinostemon*, *Colliguaya*, *Gymnanthes* e *Stillingia*, é caracterizado pelo pólen tectado psilado (o autor não utilizou microscopia eletrônica de varredura), com forma subprolata a suboblata, âmbito circular ou trilobado, nunca triangular convexo ou triangular, tricolporado, cólporos estreitos e longos (índice da área polar geralmente pequeno $\leq 0,3$), com exceção em *Mabea* que são mais curtos, colpos frequentemente apresentando margem e *costae*, endoabertura (denominado pelo autor como “colpus transversalis”) frequentemente curta e com *costae*, mas algumas vezes alongada (lalongada) e estreita. Punt (1962) também afirmou que a forma e o tamanho das endoaberturas são caracteres com importante valor diagnóstico para o subtipo “Hippomane”.

O segundo subtipo da configuração polínica “Hippomane” denominado como “*Omalanthus nutans*” foi caracterizado por Punt (1962) pelos grãos de pólen com âmbito distintamente trilobado, mas que dificilmente são separados daqueles do subtipo “Hippomane”. No subtipo “*Omalanthus nutans*” encontram-se as espécies aqui também estudadas *Algernonia brasiliensis*, *Maprounea brasiliensis*, *Maprounea guianensis*, *Sebastiania corniculata* (que é heterotípico de *Microstachys*

corniculata), *Sebastiania schottiana* (que é heterotípico de *Gymnanthes schottiana*) e *Triadica sebifera* (sinônimo de *Sapium sebiferum*), além de outras espécies de *Actinostemon*, *Gymnanthes*, *Mabea*, *Sapium* e *Sebastiania* que não foram analisadas na presente pesquisa.

O tipo “Pachystroma” caracterizado por Punt (1962) a partir da única espécie da tribo Pachystromateae, *Pachystroma longifolium*, é fortemente relacionado ao subtipo “Hippomane” e segundo o autor o pólen oferece um dado morfológico a mais a favor da fusão de Pachystromateae com a tribo Hippomaneae. O pólen de *Pachystroma longifolium* é também tectado psilado, com forma esferoidal, âmbito trilobado, tricolporado, cólporos também estreitos, porém mais curtos (índice da área polar maior) do que no subtipo “Hippomane”, cólporos também com *costae*, mas sem margem, endoaberturas bem mais alongadas e *costae* da endoabertura bem mais espessa do que no subtipo “Hippomane”.

Hura crepitans foi classificada por Punt (1962) em outro tipo polínico denominado “Stenadenium” cujos grãos de pólen são grandes ($\geq 40 \mu\text{m}$) com exina também psilada, porém com espessura mais fina. A forma é subprolata e o âmbito circular. São também tricolporados, cujos colpos são estreitos e longos, sem margem e a *costae* do colpo é indistinta. A endoabertura é ampla e apresenta *costae*.

Vê-se que a morfologia polínica tem oferecido importantes dados para a taxonomia das tribos de Euphorbioideae, mas poucos estudos com vários representantes brasileiros foram realizados até o momento com esse enfoque.

OBJETIVOS

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de reconhecer e descrever os padrões da morfologia polínica de 28 espécies da tribo Hippomaneae, três espécies da tribo Hureae e da única espécie da tribo Pachystromateae, para auxiliar na taxonomia intergênerica e infragênerica, tendo em vista a complexa relação entre as três tribos.

Para atingir este objetivo geral o estudo foi dividido em dois capítulos. No primeiro capítulo a morfologia polínica das espécies das três tribos foi abordada utilizando-se análises estatísticas multivariadas com o intuito de avaliar a significância das semelhanças polínicas na definição dos tipos polínicos e dessa forma contribuir para a taxonomia intergênerica. No segundo capítulo o enfoque da morfologia polínica foi dado para dez espécies de *Microstachys*, já que certas características diagnósticas singulares desse gênero não foram tratadas nas análises multivariadas do primeiro capítulo, como, por exemplo, as medidas de largura da *cavea*, possibilitando dessa maneira uma análise infragênerica mais detalhada. Cada um dos capítulos está intitulado conforme segue:

Capítulo 1: Palinotaxonomia das tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae (subfamília Euphorbioideae, Euphorbiaceae).

Capítulo 2: Palinotaxonomia do gênero *Microstachys* A. Juss. (Euphorbiaceae).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG.** 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85 (4): 531-553.
- APG II.** 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- APG III.** 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161 (2): 105-121.
- APG IV.** 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.
- Aublet, F.E.** 1775. *Histoire des plantes de la Guiane Francoise*, 2. London, P. F. Didot jeune.
- Baillon, H.E.** 1858. *Ètude Générale du Groupe des Euphorbiacées*. Masson, Paris.
- Baillon, H.E.** 1864. *Species Euphorbiacerum Euphorbiacées Américaines*. *Adansonia* 4: 257-377.
- Baillon, H.E.** 1874. Euphorbiacées. pp. 105-256 in: Baillon, H. (ed), *Histoire des Plantes*. Paris Librairie Hachette & Co., Paris.
- Barth, M.O. & Melhem, T.S.** 1988. *Glossário ilustrado de palinologia*. Editora Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas.
- Belgrano, M.J. & Pozner, R.** 2005. *Stillingia yungasensis* (Euphorbiaceae): A new species from northwestern Argentina and southern Bolivia. *Systematic Botany* 30 (1): 134-138.
- Bentham, G. & Hooker, J.D.** 1880. *Genera Plantarum: ad exemplaria imprimis in Herberiis Kewensibus servata definita*, 3. London, A. Black.
- Browne, P.** 1756. *The civil and natural history of Jamaica*, London, Gray's-Inn.
- Burger, W. & Huft, M.** 1995. *Flora Costaricensis: Family #113 Euphorbiaceae*. *Fieldiana, Botany*, n.s. 36: 1-169.
- Chase, M.W., Soltis D.E., Olmstead, R.G., Morgan, D., Donald, H.L., Mishler, B.D., Duvall, M.R., Price, R.A., Hillis, H.G., Qui, Y.L., Kron, K.A., Rettig, J.H., Conti, E., Palmer, J.D.,**

Manhart, J.R., Sytsma, K.J., Michaels, H.J., Kress, W.J., Karol, K.G., Clark, W.D., Hedrén, M., Gaut, B.S., Jansen, R.K., Kim, K.J., Wimpee, C.F., Smith, J.F., Furnier, G.R., Strauss, S.H., Xiang, Q.Y., Plunkett, G.M., Soltis, P.S., Swensen, S.M., Williams, S.E., Gadek, P.A., Quinn, C.J., Eguiart, L.E., Golenberg, E., Learn-Jr, G.H., Graham, S.W., Barret, S.C.H., Dayanandan, S., Albert, V.A. 1993. Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcL*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80 (3): 528-580.

Chase, M.W., Zmarzty, S., Lledó, M.D., Wurdack, K.J., Swensen, S.M. & Fay, M.F. 2002. When in doubt, put in Flacourtiaceae: a molecular phylogenetic analysis based on plastid *rbcL* DNA sequences. *Kew Bulletin* 57: 141-181.

Cordeiro, I., Secco, R., Cardiel, J.M., Steinmann, V., Caruzo, M.B.R., Riina, R.G., Lima, L.R., Maya-L., C.A., Berry, P., Carneiro-Torres, D.S. & Pscheidt, A.C. 2010. Euphorbiaceae. In: Forzza RC (ed.). *Catálogo de plantas e fungos do Brasil*. Rio de Janeiro, Andrea Jakobsson Estúdio.

Cordeiro, I., Secco, R., Sales, M.F.d., Silva, M.J.da, Athiê-Souza, S.M., Melo, A.L.d., Oliveira, L.S.D. 2015a. *Algernonia* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB35655> (acesso em 20-V-2018).

Cordeiro, I., Secco, R., Athiê-Souza, S.M. 2015b. *Colliguaja* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB35748> (acesso em 20-V-2018).

Cordeiro, W.P.F.S., Athiê-Souza, S.M., Melo, A.L., Buriel, M.T. & Sales, M.F. 2017. Importância da Palinologia para a distinção de *Sapium* e *Stillingia* (Euphorbiaceae). In: 35° Reunião Nordestina de Botânica, 2017, Recife/PE. 35° Reunião Nordestina de Botânica, 2017. pp. 310.

- Corrêa, A.M.S., Cruz-Barros, M.A.V., Silvestre-Capelato, M.S.F., Pregun, M.A., Raso, P.G., Cordeiro, I.** 2010. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) Família: 107-Euphorbiaceae *s.l.* *Hoehnea* 37:53–69
- Cronquist, A.** 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York, Columbia University Press.
- Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S. & Makino Watanabe, H.** 2006. Estudo polínico de Aquifoliaceae, Euphorbiaceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Phytolaccaceae e Portulacaceae ocorrentes na restinga da Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). *Revista Brasileira de Botânica* 29: 145-162.
- Davis, C.C. & Wurdack, K.J.** 2004. Host-to-parasite gene transfer in flowering plants: Phylogenetic evidence from Malpighiales. *Science* 305: 676-678.
- Davis, C.C., Latvis, M., Nickrent, D.L., Wurdack, K.J. & Baum, D.A.** 2007. Floral gigantism in Rafflesiaceae. *Science* 315: 1812.
- Díaz-Zavaleta, G, Palacios-Chávez, R.** 1980. Contribución al Conocimiento de la Morfología de los Granos de Polen de los Géneros más comunes de la Familia Euphorbiaceae de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 39: 25- 62.
- Doornik, J.M.** 1849. Hortus Spaarn-Bergensis. Spaarn-Berg.
- Emmerich, M.** 1981. Revisão taxonômica dos gêneros *Algernonia* Baill e *Tetraplandra* Baill. (Euphorbiaceae-Hippomaneae). *Arquivo do Museu Nacional do Rio de Janeiro* 56: 91-110.
- Endlicher, S.** 1836-1840. Genera Plantarum secundum ordines natureles disposita, Vienna (Vindobonae), Fr. Beck Universitatis Bibliopolam.
- Engler, A.** 1964. Syllabus de pflanzenfamilien-angiospermenn. Gebruder Borntraeger, Berlin. 666p.
- Erdtman, G.** 1952. Pollen morphology and plant taxonomy- Angiosperms. First Edition. Almquist & Wiksell, Stockholm, Sweden.

- Esser, H.-J.** 1994. Systematische Studien An Den Hippomaneae Adr. Jussieu Ex Bartling (Euphorbiaceae), Insbesondere Den Mabeinae Pax & K. Hoffm., Ph. D. Thesis, Universität Hamburg, Hamburg.
- Esser, H.-J., Welzen, P.V. & Djarwaningsih, T.** 1997. A phylogenetic classification of the Malesian Hippomaneae (Euphorbiaceae). *Systematic Botany* 22 (4): 617-628.
- Esser, H.-J.** 1998. New combinations in *Microstachys* (Euphorbiaceae). *Kew Bulletin* 53 (4): 955-960.
- Esser, H.-J.** 1999a. A partial revision of the Hippomaneae (Euphorbiaceae) in Malesia. *Blumea* 44: 149-215.
- Esser, H.-J.** 1999b. Taxonomic notes on neotropical *Maprounea* Aublet. (Euphorbiaceae). *Novon* 9 (1): 32-35.
- Esser, H.-J.** 2001. Tribes Hippomaneae, Pachystromateae & Huraeae. In: Radcliffe-Smith A (ed.). *Genera Euphorbiacearum*. Kew, Royal Botanic Gardens.
- Esser, H.-J.** 2002. A Revision of *Triadica* Lour. (Euphorbiaceae). *Harvard Papers in Botany* 7 (1): 17-21
- Esser, H.-J.; Fátima De Araújo, M.F. & Alves, M.** 2010. A new species of *Gymnanthes* (Euphorbiaceae) from northeastern Brazil. *Willdenowia* 40: 345-349.
- Esser, H.-J.** 2012. The tribe Hippomaneae (Euphorbiaceae) in Brazil. *Rodriguésia* 63(1): 209-225.
- Fernández-González, D., & Lobreau-Callen, D.** 1996. Le pollen de la tribu des Acalypheae (Acalyphoideae, Euphorbiaceae). *Grana* 35: 266-284.
- Gilbert, M.G.** 1994. Relationships of the Euphorbieae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81 (2): 283-288.
- Gillespie, L.J.** 1994. Pollen morphology and phylogeny of the tribe Plukenetieae (Euphorbiaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81: 317-348.

- Gordillo, M.M., Ramirez, J.J., Duran, R.C., Arriaga, E.J., Garcia, R., Cervantes, A. & Hernandez, R.M.** 2002. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Biol. 73 (2): 155-281.
- Govaerts, R., Frodin, D.G. & Radcliffe-Smith, A.** 2000. World checklist and bibliography of Euphorbiaceae (and Pandaceae), Kew, The Royal Botanic Gardens.
- Grisebach, A.H.R.** 1859. Flora of the British West Indian Islands, London, Lovell, Reeve & Co.
- Huber, J.** 1906a. Revue critique des espèces du genre *Sapium* Jacq. Bulletin de l'Herbier Boissier, série 2 6 (5): 345-364.
- Huber, J.** 1906b. Revue critique des espèces du genre *Sapium* Jacq. (suite et fin.). Bulletin de l'Herbier Boissier, série 2 6 (6): 433-452.
- Jablonski, E.** 1967. Notes on Neotropical Euphorbiaceae. 2. New species and transfers. Phytologia 14: 450-456.
- Jablonsky, E.** 1969. Notes on neotropical Euphorbiaceae, 4. Monograph of the genus *Actinostemon*. Phytologia 18: 213-240.
- Jacquin, N.J.** 1760. Enumeratio Systematica Plantarum, quas in insulis Caribaeis, Zug, Inter Documentation Company AG.
- Johnston, M.C. & Warnock, B.H.** 1963. The three species of *Stillingia* (Euphorbiaceae) in far Western Texas. The Southwestern Naturalist 8 (2): 100-106.
- Jussieu, A.L.** 1789. Genera Plantarum: secundum ordines naturales disposita, juxta methodum in Horto regio parisiensi exaratam, Paris, Herissant.
- Jussieu, A.** 1823. Considérations sur la famille des Euphorbiacées. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle 10: 317-355.
- Jussieu, A.** 1824. De Euphorbiacearum generibus medisque earumdem viribus tentamen. Paris, Didot. 118p.
- Klotzsch, J.F.** 1841. Neue und weniger gekannte südamerikanische Euphorbiaceen Gattungen. Archiv für Naturgeschichte 7 (1): 175-204.

- Kruijt, R.C. & Zijlstra, G.** 1989. Proposal to conserve *Sapium* Jacquin 1760 against *Sapium* P. Browne 1756 (Euphorbiaceae). *Taxon* 38: 320-325.
- Kruijt, R.C.** 1996. A taxonomic monograph of *Sapium* Jacq., *Anomostachys* (Baill.) Hurus., *Duvigneaudia* J.Léonard and *Sclerocroton* Hochst. (Euphorbiaceae tribe Hippomaneae). *Bibliotheca Botanica* 146, 109 pp.
- Kuntze, O.** 1891. *Revisio generum plantarum*. A.Felix, Leipzig.
- Li, S., Chen, B., Huang, X., Chang, X., Tu, T. & Zhang, D.** 2017. *Stillingia*: A newly recorded genus of Euphorbiaceae from China. *Phytotaxa* 296 (2): 187–194.
- Linnaeus, C.** 1753. *Species Plantarum*. Laurentii Salvi, Stockholm. 1200p.
- Linnaeus, C.V.** 1767. *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*, 12. Estocolmo (Holmiae), Impensis Direct. Laurentii Salvii.
- Lobreau-Callen, D., & Suárez-Cervera, M.** 1997. Le pollen des Crotonoideae apétales (Euphorbiaceae): ultrastructure de l'exine. Pollen exine ultrastructure of the apetalous Crotonoideae. *Review of Paleobotany and Palynology* 98: 257–291
- Loureiro, J.** 1790. *Flora Cochinchinensis*. Ed. 1. Lisbon.
- Luz, C.F.P.** 2013. Contribuição da Palinologia à Sistemática de *Bromeliaceae* e *Xyridaceae*. In: *Anais do Workshop Estudos Interdisciplinares em Bromeliaceae e Xyridaceae, 2013, São Paulo*. Anais... São Paulo: Instituto de Botânica de São Paulo, 2013. 2p.
- Magallón, S.A., Crane, P.R. & Herendeen, P.S.** 1999. Phylogenetic pattern, diversity, and diversification of eudicots. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86: 297-372.
- Martius, C.F.P.** 1841. *Herbarium Florae Brasiliensis*. Beiblätter zur Flora oder allgemeinen botanischen Zeitung. Zweiter Band. *Flora* 24 (2): (Beibl.) 1-112.
- Matos, M.N.F., Maduro, C.B., Costa, C.S. & Silva, S.J.R.** 2014. Caracterização polínica das plantas lenhosas do Bosque dos Papagaios, Boa Vista, Roraima, Norte do Brasil. *Boletim do Museu Integrado de Roraima* 8 (1): 19-41.

- Mcvaugh, R.** 1995. Euphorbiacearum sertum novo-galicianarum revisarum. Contributions from the University of Michigan Herbarium 20: 173–215.
- Melo, A.L.** 2006. Revisão de *Sebastiania* Spring. *sensu stricto* (Euphorbiaceae- Hippomaneae). Dissertação de doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.
- Melo, A.L.; Esser, H-J; Sales, M.F.** 2013. New combinations in *Pleradenophora* (Euphorbiaceae s.s.). Phytotaxa 81 (1): 33–37.
- Molina, G.I.** 1782. Saggio sulla Storia Naturale del Chili del Signor Abate Giovanni Ignazio Molina 158–159, 354.
- Müller, J.** 1863. Euphorbiaceae. Vorläufige Mitteilungen aus dem für De Candolle's Prodomus bestimmten Manuscript über diese Familie. Linnaea 32: 1-126.
- Müller, J.** 1864. Neue Euphorbiaceen des Herbarium Hooker in Kew. Flora 47: 433-441, 465-471, 481-487, 513-540.
- Müller, J.** 1865. Euphorbiaceae. Vorläufige Mitteilungen aus dem für De Candolle's Prodomus bestimmten Manuscript über diese Familie. Linnaea 34: 1-224.
- Müller, J.** 1866. Euphorbiaceae excl.. Euphorbieae. In: DE CANDOLLE, A. Prodomus systematis naturalis regni vegetabilis 15(2): 189-1286. Paris, Masson.
- Müller, J.** 1874. Euphorbiaceae - Pars II. Acalypheae, Hippomaneae, Dalechampieae, Euphorbieae. In: MARTIUS, C.F.P. (ed.). Flora Brasiliensis 11 (2): 1-726. Munique, Lipsaea.
- Nowicke, J. W.** 1994. A palynological study of Crotonoideae (Euphorbiaceae). Annals of the Missouri Botanical Garden 81: 245–269.
- Nowicke, J. W., Takahashi, M. & Webster, G.L.** 1998. Pollen morphology, exine structure and systematics of Acalyphoideae (Euphorbiaceae) part 1. Tribes Clutieae (*Clutia*), Pogonophoreae (*Pogonophora*), Chaetocarpeae (*Chaetocarpus*, *Trigonopleura*), Pereae (*Pera*), Cheiloseae (*Cheilosa*, *Neoscortechinia*), Erismantheae pro parte (*Erismanthus*, *Moultonianthus*), Dicoelieae (*Dicoelia*), Galearieae (*Galearia*, *Microdesmis*, *Panda*) and Ampereae (*Amperea*, *Monotaxis*). Review of Paleobotany and Palynology 102: 115–152.

Nowicke, J. W., Takahashi, M. & Webster, G.L. 1999. Pollen morphology, exine structure and systematics of Acalyphoideae (Euphorbiaceae): part 2. Tribes Agrostistachydeae (*Agrostistachys*, *Pseudagrostistachys*, *Cyttaranthus*, *Chondrostylis*), Chrozophoreae (*Speranskia*, *Caperonia*, *Philyra*, *Ditaxis*, *Argythamnia*, *Chiropetalum*, *Doryxylon*, *Sumbaviopsis*, *Thyrsanthera*, *Melanolepis*, *Chrozophora*), Caryodendreae (*Caryodendron*, *Discoglyprena*, *Alchorneopsis*), Bernardieae (*Bernardia*, *Necepsia*, *Paranecepsia*, *Discocleidion*, *Adenophaedra*) and Pycnosomeae (*Pycnocomma*, *Droceloncia*, *Argomuelleria*, *Blumeodendron*, *Podadenia*, *Ptychopyxis*, *Botryophora*). *Review of Paleobotany and Palynology* 105: 1–62.

Nowicke, J. W., Takahashi, M. 2002. Pollen morphology, exine structure and systematics of Acalyphoideae (Euphorbiaceae), part 4: tribes Acalypheae pro parte (*Erythrococca*, *Claoxylon*, *Claoxylopsis*, *Mareya*, *Mareyopsis*, *Discoclaoxylon*, *Micrococca*, *Amyrea*, *Lobania*, *Mallotus*, *Deuteromallotus*, *Cordemoya*, *Cococeras*, *Trewia*, *Neotrewia*, *Rockinghamia*, *Octospermum*, *Acalypha*, *Lasiococca*, *Spathiostemon*, *Homonoia*), Plukenetieae (*Haematostemon*, *Astrococcus*, *Angostyles*, *Romanoa*, *Eleutherostigma*, *Plukenetia*, *Vigia*, *Cnesmone*, *Megistostigma*, *Sphaerostylis*, *Tragiella*, *Platygyne*, *Tragia*, *Acidoton*, *Pachystylidium*, *Dalechampia*), Omphaleae (*Omphalea*), and discussion and summary of the complete subfamily. *Review of Paleobotany and Palynology* 121: 231–336.

Oliveira, A.S. 1983-1985. Taxonomia das espécies do gênero *Sebastiania* Sec. *Elachocroton* (Baill) Pax (Euphorbiaceae) ocorrentes no Brasil. *Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro* Vol. XXVII: 3-65.

Park, K.R. & Lee, J.H. 2013. Pollen morphology of subfamily Euphorbioideae (Euphorbiaceae). *Korean Journal of Plant Taxonomy* 43 (1): 1–11.

Pax, F. & Hoffmann, K. 1912. Euphorbiaceae-Hippomaneae. *In: ENGLER, A.* (ed.). *Das Pflanzenreich Regni vegetabilis conspectus* IV.147.V. (Heft 52). Leipzig, Wilhelm Engelmann. 319p.

- Pax, F.** 1924. Die phylogenie der Euphorbiaceae. *Botanische Jahrbuecher fuer Systematic* 59: 129-182.
- Pax, F. & Hoffmann, K.** 1931. Euphorbiaceae. *In* A. Engler and K. Prantl (eds.), *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* ed. 2, 19C, Leipzig, pp. 11-233.
- Punt, W.** 1962. Pollen morphology of the Euphorbiaceae with special reference to taxonomy. *Wentia* 7: 1-116.
- Punt, W; Hoen, P.P; Blackmore, S; Nilsson, S. & Le Thomas, A.** 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Paleobotany and Palynology*. 81p.
- Radaeski, J.N.; Evaldt, A.C.P. & Bauermann, S.G.** 2014. Grãos de pólen de espécies ocorrentes na unidade de conservação Parque Estadual do Espinilho, Barra do Quaraí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas, Botânica* N° 65:305-332 São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas.
- Radcliffe-Smith, A.** 2001. *Genera Euphorbiacearum*, Kew, Royal Botanic Gardens.
- Reitz, P.R.** 1988. Euforbiáceas. *In*: REITZ, P.R.(Org.) *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues.
- Rogers, D.J.** 1951. A revision of *Stillingia* in the new world. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 38 (3): 207-259.
- Sales, E.O., Barreto, C.F. & Barth, O.M.** 2011. Morfologia polínica de espécies de Euphorbiaceae *s.l.* arbóreas ocorrentes no Estado de Santa Catarina, Brasil. *Hoehnea* 38(3): 495-500
- Salgado-Labouriau, M.L.** 1967. Pollen grains of plants of the "Cerrado". XIX- Euphorbiaceae. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 339:471-490.
- Salgado-Labouriau, M.L.** 1973. *Contribuição à Palinologia dos Cerrados*. São Paulo. Tese de Doutorado em Ciências Universidade de São Paulo (Instituto de Biociências, Departamento de Botânica). 291p.
- Salgado-Labouriau, M.L.** 2007. *Critérios e Técnicas para o Quaternário*. Editora Blucher. São Paulo. 404p.

- Santos, V. de J. & Sales, M.F.** 2009. A tribo Hippomaneae A. Juss. ex. Spach. (Euphorbiaceae Juss.) no Estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23 (4): 976-990.
- Senna, L.M.** 1984. *Maprounea* Aubl. (Euphorbiaceae). Considerações taxinômicas e anatômicas das espécies sul-americanas. *Rodriguésia* 36 (61): 51-78.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H.** 2005. *Botânica Sistemática*. Instituto Plantarum. São Paulo, SP.
- Souza, L.R., Carneiro-Torres, D.S., Saba, M.D. & Santos, F.A.R.** 2016. Pollen morphology of Crotonoideae (Euphorbiaceae) from Seasonally Dry Tropical Forests, Northeastern Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 302 (7): 795-817.
- Souza, L.R., Carneiro-Torres, D.S., Saba, M.D. & Santos, F.A.R.** 2017. Pollen morphology of the Acalyphoideae and Euphorbioideae (Euphorbiaceae) of the Caatinga ecoregion in Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 303 (9): 1161-1180.
- Sprengel, K.P.** 1821. *Neue Entdeckungen im Ganzen Umfang der Pflanzenkunde* 2, Leipzig, Friedrich Fleischer.
- Standley, P.C.** 1932. New plants from British Honduras. *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical series* 11(4): 129–142.
- Steinmann, V.W. & Felger, R.S.** 1997. The Euphorbiaceae of Sonora. *Aliso* 16: 1–71.
- Swartz, O.P.** 1788. *Nova Genera et Species Plantarum seu Prodrumus*, Estocolmo (Holmiae), Upsaliae & Aboæ.
- Takahashi, M., Nowicke, J.W. & Webster, G.L.** 1995. A note on remarkable exines in Acalyphoideae (Euphorbiaceae). *Grana* 34: 282–290.
- Takahashi, M., Nowicke, J.W., Webster, G.L., Orli, S.S., & Yankowki, S.** 2000. Pollen morphology, exine structure, and systematics of Acalyphoideae (Euphorbiaceae), part 3: Tribes Epiprineae (Epiprinus, Symphyllia, Adenochlaena, Cleidiocarpon, Koilodepas, Cladogynos, Cephalocrotonopsis, Crotonogynopsis, Enriquebeltrania, Lasiocroton, Leucocroton), Alchorneae (Orfilea, Alchornea, Coelebogyne, Aparisthmium, Bocquillonia, Conceveiba, Gavarretia), Acalypheae pro parte (Ricinus, Adriana, Mercurialis, Leidesia, Seidelia, Dysopsis,

Wetria, Cleidion, Sampantaea, Macaranga). *Review of Palaeobotany and Palynology* 110: 1–66.

Tokuoka, T. 2007. Molecular phylogenetic analysis of Euphorbiaceae sensu strict based on plastid and nuclear DNA sequences and ovule and seed character evolution. *Journal of Plant Research* 120: 511-522.

Watson, S. 1885. Contributions to American botany. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 20: 324–378. <http://dx.doi.org/10.2307/25138775>

Webster, G. L. 1967. The genera of Euphorbiaceae in the Southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum* 48: 303-357.

Webster, G.L. 1975. Conspectus of a new classification of the Euphorbiaceae. *Taxon* 24 (5/6): 593-601.

Webster, G.L. 1987. The saga of the spurge: a review of classification and relationships in the Euphorbiales. *Botanical Journal of the Linnean Society* 94: 3-46.

Webster, G.L. & Huft, M.J. 1988. Revised synopsis of Panamanian Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1087-1144.

Webster, G.L. 1994a. Classification of the Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81: 3- 32.

Webster, G.L. 1994b. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81: 33-144.

Webster, G.L. 2007. Taxonomic and nomenclatural changes in American Euphorbiaceae sensu lato. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 25: 238.

Willdenow, C.L. 1809. *Enumeration Plantarum: Horti Regii Botanici Berolinensis*. Berolini, Paris.

Wurdack, K.J., Hoffmann, P., Samuel, R., De Bruijn, A., Van Der Bank, M. & Chase, M.W. 2004. Molecular phylogenetic analysis of Phyllanthaceae (Phyllanthoideae pro 104 parte, Euphorbiaceae sensu lato) using plastid RBCL DNA sequences. *American Journal of Botany* 91 (11): 1882-1900.

- Wurdack, K.J., Hoffmann, P. & Chase, M.W.** 2005. Molecular phylogenetic analysis of uniovulate Euphorbiaceae (Euphorbiaceae sensu stricto) using plastid rbcL and trnLtrnF sequences. *American Journal of Botany* 92: 1397-1420.
- Wurdack, K.J. & Davis, C.C.** 2009. Malpighiales phylogenetics: gaining ground on one of the most recalcitrant clades in the angiosperm tree of life. *American Journal of Botany* 96(8): 1551-1570.
- Ybert, J.P.; Carvalho, M.A. & Scheel-Ybert, R.** 2017. Grãos de pólen de plantas vasculares do Estado do Rio De Janeiro Volume II. Museu Nacional- Série de Livros Digital 8. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CAPÍTULO I

Capítulo redigido segundo as normas para publicação no periódico *Plant Systematics and Evolution*

Palinotaxonomia das tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae (subfamília Euphorbioideae, Euphorbiaceae)

Gabriela Cristina Sakugawa^{1,2}, Inês Cordeiro³, Allan Carlos Pscheidt⁴, Monica Lanzoni Rossi⁵, Adriana Pinheiro Martinelli⁵ & Cynthia Fernandes Pinto da Luz^{2*}

¹Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stéfano, 3687, São Paulo, SP 04301-902, Brazil

²Núcleo de Pesquisa em Palinologia, Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stéfano, 3687, São Paulo, SP 04301-902, Brazil

³Núcleo de Pesquisa Curadoria do Herbário-SP, Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stéfano, 3687, São Paulo, SP 04301-902, Brazil

⁴Faculdades Metropolitanas Unidas - Campus Liberdade, Avenida da Liberdade, 899, São Paulo, SP 01503-001, Brazil

⁵Laboratório de Histopatologia e Biologia Estrutural de Plantas, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Avenida Centenário, 303, Piracicaba, SP 13400-970, Brazil

* Advisor

Corresponding author: Gabriela Cristina Sakugawa (gabisakugawa@gmail.com; telephone +55 11 98203-7886)

Título abreviado: Palinotaxonomia de Hippomaneae

Resumo Trabalhos prévios sobre o pólen da tribo Hippomaneae foram importantes para a taxonomia, mas demonstraram a dificuldade na separação dos gêneros entre as outras tribos de Euphorbioideae. Observou-se também algumas inconsistências na caracterização dos gêneros devido a ausência de microscopia eletrônica de varredura e pela análise de poucos espécimes. No presente estudo foram analisados os grãos de pólen de 28 espécies pertencentes à Tribo Hippomaneae, três da Tribo Hureae e da única espécie da Tribo Pachystromateae, representadas por 82 espécimes, utilizando-se microscopia óptica e eletrônica de varredura. Os grãos de pólen das espécies analisadas são mônades, pequenos a grandes, isopolares, oblato-esferoidais a prolatos, âmbito circular, trilobado ou distintamente trilobado, tricolporados, de colpos muito longos (longos somente em *Hura crepitans*), com margens dos cólporos psilada (rugulada somente em *Colliguaja brasiliensis*) estreitas a largas, endoaberturas circulares, lalongadas ou muito lalongadas. Sexina mais espessa que a nexina. Exina microrreticulada em *Algernonia brasiliensis*, *Colliguaja brasiliensis*, *Gymnanthes multiramea*, *G. schottiana*, *Pleradenophora membranifolia*, *Sebastiania brasiliensis* e em

todas as espécies de *Microstachys*, nas demais é psilado-perfurada. Somente em *Microstachys* a sexina se afasta da nexina no mesocolpo formando *cavea*. Conclui-se que alguns táxons exibiram particularidades polínicas significativas que os distinguiram do restante. No entanto, a tribo Hippomaneae não foi bem circunscrita palinologicamente, já que houve a sobreposição de tipos polínicos compostos por gêneros das três tribos conjuntamente, como os espécimes de *Hura crepitans* (Hureae) e um dos espécimes de *Pachystroma longifolium* (Pachystromateae) que foram muito semelhantes aos espécimes do gênero *Mabea* (Hippomaneae).

Palavras-chave: Características polínicas; *cavea*; *costae*; Euphorbiaceae s.s.

Introdução

A família Euphorbiaceae foi primeiramente descrita na obra *Genera Plantarum* (Jussieu 1789). É uma das maiores famílias dentre as Angiospermas e a maior dentro da ordem Malpighiales (Wurdack and Davis 2009). Se destaca pela riqueza de espécies, diversidade morfológica e fitoquímica e por apresentar espécies de importância econômica utilizadas na indústria, na alimentação, na medicina e no paisagismo (Sousa and Lorenzi 2005; Wurdack et al. 2005).

Euphorbiaceae é subdividida em quatro subfamílias: Cheilosoideae, Acalyphoideae, Crotonoideae e Euphorbioideae, apresentando aproximadamente 246 gêneros e 6.300 espécies (Govaerts et al. 2000; Radcliffe-Smith 2001; Wurdack et al. 2004; Wurdack and Davis 2009), com distribuição mundial, exceto nas regiões polares e com ampla distribuição pelos trópicos e subtropicais (Burger and Huft 1995). Está entre as principais famílias que constituem a flora brasileira e entre as que apresentam maior complexidade taxonômica (Cordeiro et al. 2010).

Na subfamília Euphorbioideae encontra-se a tribo Hippomaneae que foi primeiramente proposta por Jussieu (1824) em seu estudo sobre euforbiáceas de interesse medicinal. Tem por características principais a presença de látex leitoso e cáustico ou tóxico, laticíferos não articulados, brácteas frequentemente glandulares e flores apétalas (Gilbert 1994; Esser et al. 1997; Esser 2001). Seus membros são encontrados em savanas e florestas tropicais de todo o mundo (Esser et al. 1997). É uma das tribos menos estudadas e uma das que apresentam maiores problemas taxonômicos dentro da subfamília Euphorbioideae, devido ao fato de que seus representantes apresentam delimitação e circunscrição complexas, que vem sofrendo mudanças continuamente e apresentam alguns problemas nomenclaturais (Esser et al. 1997; Melo 2006; Santos and Sales 2009).

Wurdack et al. (2005) em sua análise molecular com as Euphorbiaceae *s.s.*, demonstrou seu parafiletismo devido ao surgimento de gêneros das tribos Hureae e Pachystromateae em meio aos da tribo Hippomaneae.

Os estudos acerca da morfologia polínica de espécies das Tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae são ainda escassos. Destaca-se o trabalho de Punt (1962) que sob microscopia fotônica analisou várias espécies das três tribos, inclusive algumas espécies brasileiras, e que definiu tipos e subtipos polínicos. Já Salgado-Labouriau (1967); Salgado-Labouriau (1973); Díaz-Zavaleta & Palacios-Cháves (1980); Oliveira (1983-1985); Cruz-Barros et al. (2006); Corrêa et al. (2010); Sales et al. (2011); Park & Lee (2013); Radaeski et al. (2014); Matos et al. (2014); Cordeiro et al. (2017), Li et al. (2017), Ybert et al. (2017) e Luz et al. (2018) estudaram somente algumas espécies. Souza et al. (2017) analisaram 18 espécies de Euphorbioideae e as classificaram em dois tipos polínicos: o primeiro com os grãos de pólen que apresentavam margens psiladas e subdivido em subtipos de acordo com o tamanho dos grãos e, o segundo tipo que compreendia os grãos de pólen com margem de ornamentação microrreticulada.

A morfologia polínica tem oferecido importantes dados para a taxonomia das tribos em Euphorbioideae, mas poucos estudos com vários representantes brasileiros foram realizados até o momento com esse enfoque.

O objetivo deste estudo foi descrever a morfologia polínica de espécies das tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae visando contribuir com caracteres diagnósticos de seus gêneros para o avanço do estudo sistemático e morfológico de Euphorbiaceae *s.s.*

Material e métodos

Foram analisados os grãos de pólen de 28 espécies pertencentes a tribo Hippomaneae: *Actinostemon verticillatus* (Klotzsch) Baill.; *Actinostemon klotzschii* (Didr.) Pax; *Colliguaja brasiliensis* Klotzsch ex Baill.; *Gymnanthes multiramea* (Klotzsch) Müll.Arg.; *Gymnanthes schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg.; *Mabea fistulifera* Mart.; *Mabea piriri* Aubl.; *Maprounea brasiliensis* A. St. Hil.; *Maprounea guianensis* Aubl.; *Microstachys anisodonta* Müll.Arg.; *Microstachys bidentata* (Mart. & Zucc.) Esser; *Microstachys corniculata* (Vahl) Griseb.; *Microstachys ditassoides* (Didr.) Esser; *Microstachys glandulosa* (Mart. & Zucc.) Esser & M. J. Silva; *Microstachys heterodoxa* (Müll.Arg.) Esser; *Microstachys marginata* (Mart.) Klotzsch ex Müll. Arg.; *Microstachys nummularifolia* (Cordeiro) Esser; *Microstachys revoluta* (Ule) Esser; *Microstachys salicifolia* (Mart. & Zucc.) M. J. Silva & Pscheidt; *Pleradenophora membranifolia* (Müll. Arg.) Esser & A. L. Melo; *Sapium haematospermum* Müll.Arg.; *Sapium obovatum* Klotzsch. ex Müll. Arg.; *Sebastiania brasiliensis* Spreng.; *Sebastiania brevifolia* (Müll. Arg.) Müll. Arg.; *Senefeldera verticillata* (Vell.) Croizat; *Stillingia argutedentata* Jabl.; *Stillingia uleana* Pax ex K. Hoffm. e *Triadica sebifera* (L.) Small; 3 espécies da tribo Hureae: *Algernonia brasiliensis* Baill.; *Algernonia leandrii* (Baill.) G.L.Webster e *Hura crepitans* L. e a única espécie da tribo Pachystromateae, *Pachystroma longifolium* (Nees) I.M.Johnst.; representados por 82 espécimes. O material polínico foi obtido a partir de exsicatas depositadas no Herbário Científico do Estado “Maria Eneyda P. K. Fidalgo”, Instituto de Botânica (SP).

As anteras foram retiradas das inflorescências e submetidas ao método clássico de acetólise de Erdtman (1960). Posteriormente, os grãos de pólen envolvidos em gelatina glicerinada de Kisser foram colocados entre lâmina e lamínula, juntamente com esferas de massa de modelar menores que 1 mm de diâmetro nos cantos das lamínulas, evitando-se a compressão e deformação dos grãos de pólen, e por fim foram vedadas com parafina (Reitsma 1969, Melhem et al. 2003). Após as medições, as lâminas foram depositadas na Palinoteca do Núcleo de Pesquisa em Palinologia do Instituto de Botânica, São Paulo.

Os grãos de pólen foram medidos em até sete dias após sua preparação (Wanderley & Melhem 1991) utilizando-se microscópio binocular Olympus BX50 com auxílio de uma ocular micrométrica Olympus OSM-4 (10X) de fio móvel e com tambor giratório. As medidas foram realizadas, sempre que possível, em 25 grãos de pólen, visando-se uma uniformidade da amostra (Salgado-Labouriau et al. 1965). Nos grãos de pólen de todos os espécimes foram obtidas as medidas dos eixos polar (EPVE) e equatorial (EEVE) em vista equatorial e eixo equatorial (EEVP) e área polar (AP) em vista polar. Para as medidas dos demais caracteres como dimensões das aberturas e endoaberturas, espessura da nexina e sexina, largura da margem e *cavea*, foi calculada, somente, a média aritmética de 10 medidas.

Foram feitos tratamentos estatísticos e dada a faixa de variação, sendo calculados: média aritmética (\bar{x}), desvio padrão da média (s_x), desvio padrão da amostra (s), o coeficiente de variabilidade (VC%) e a faixa de variação. As comparações das médias entre cada espécime estudado foram feitas através da análise do intervalo de confiança (IC) a 95% (Vieira 1981), cujos dados foram representados em gráficos usando o pacote estatístico MINITAB® Release 18 para Windows.

Conforme Gasparino et al. (2013), para calcular o índice de largura de cólporo (ILC), dividi-se o valor do eixo equatorial na vista equatorial pela largura do colpo ($\leq 5,00$ para colpos muito largos; entre 5,00 e 7,00 para colpos largos; $\geq 7,00$ para colpos estreitos). O índice de largura da margem (ILM) foi obtido dividindo o valor do eixo equatorial na vista equatorial pela largura da margem (entre 5,00 e 24,00- larga; entre 24,01 e 51,00- mediana;

entre 51,01 e 133,00- estreita). O índice do comprimento da endoabertura lalongada (ICE) foi obtido dividindo o valor do eixo equatorial na vista equatorial pelo comprimento da endoabertura ($\geq 4,00$ para endoabertura lalongada, $\leq 3,99$ para endoabertura muito lalongada). Todas as classes foram criadas com base nas médias das variáveis métricas entre todos os espécimes.

A classificação da forma (relação entre eixo polar e equatorial, P/E) e do tamanho dos grãos de pólen seguiu Erdtman (1952). A classificação quanto ao índice da área polar (IAP) que é dado pela relação entre a distância das extremidades de duas aberturas adjacentes e a maior largura do grão de pólen em vista polar seguiu Iversen & Troels-Smith (1950) e Faegri & Iversen (1966).

Para testar se as características polínicas permitiam agrupamentos entre espécies foi realizada a análise dos componentes principais (ACP) utilizando-se 11 variáveis métricas: eixo polar em vista equatorial (EPVE); eixo equatorial em vista equatorial (EEVE); eixo equatorial em vista polar (EEVP); largura da área polar (AP); espessura da nexina (NEXI); espessura da sexina (SEXI); espessura de margem do cólporo (MARG); largura do cólporo (COLPL); comprimento do cólporo (COLPC); largura da endoabertura (ENDOL) e comprimento da endoabertura (ENDOC). Para isso foram utilizados os programas computacionais Fitopac (Shepherd 1996) para conversão das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural $[\log(x + 1)]$ e PC-ORD versão 7 (McCune & Mefford 1999) para ordenação a partir de matriz de covariância.

Para evidenciar a relação entre os espécimes analisados foi realizada a agregação média aritmética não ponderada (unweighted arithmetic average clustering - UPGMA) a partir da Distância Euclidiana dos dados quantitativos das mesmas 11 variáveis métricas descritas anteriormente. Para isso também foram utilizados os programas computacionais Fitopac (Shepherd 1996) para conversão das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural $[\log(x + 1)]$ e PC-ORD versão 7 (McCune & Mefford 1999) para construção do dendograma.

Os grãos de pólen preparados para o exame em microscopia óptica foram fotografados digitalmente com fotomicroscópio binocular Olympus modelo BX50 acoplado a uma câmera de vídeo (Olympus U-CMAD-2) empregando-se o software Cell Sens da Olympus e com microscópio binocular Olympus BX50 acoplado a uma câmera de vídeo Opticam Microscopy Technology (modelo OPT 5.3 MP) e microcomputador (PC), empregando-se o software OPTHD 3.7 para Windows.

Para análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV), os grãos de pólen de cada espécie, não acetolisados, foram lavados com água destilada em banho-maria à 60°C durante 1 minuto, de 5 a 7 vezes para remoção de *pollenkitt* (O.M. Barth, comunicação pessoal), e posteriormente tratados com etanol 70% (Johansen 1940). Os grãos de pólen foram depositados com auxílio de uma pipeta diretamente sob o suporte metálico (“stub”). Os stubs permaneceram em um dissecador contendo sílica-gel para evitar a umidade do ambiente externo. Após a completa evaporação do álcool e secagem, os stubs foram metalizados e revestidos por pulverização catódica (Leica EM ACE 600) usando Au (ouro) com espessura de 120 nm. As amostras foram observadas sob o MEV JEOL JSM-IT300LV (Tokyo Japan) operando feixe de elétrons de 20 kV e as imagens foram digitalizadas no Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada a Agricultura (ESALQ/USP).

As descrições polínicas seguiram a seqüência proposta por Barth & Melhem (1988) onde são considerados o tamanho, a polaridade, forma dos grãos de pólen, número e tipo de abertura e, aspectos da ornamentação da exina.

A terminologia adotada para as descrições polínicas foi a de Barth & Melhem (1988) atualizando-a, quando necessário, com a apresentada em inglês por Punt et al. (2007) e Hesse et al. (2009), cuja tradução foi feita para o português.

Resultados

Descrição Geral

Os grãos de pólen das espécies analisadas são mônades, pequenos a grandes (tabela 1), sendo os menores em *Gymnanthes multiramea* (menor medida de eixo com cerca de 20,82 µm) e, os maiores em *Stillingia uleana* (até 67,12 µm), seguidos de *Hura crepitans* (até 64,18 µm) e *Mabea fistulifera* (até 63,42 µm); isopolares, oblato-esferoidais a prolatos (tabela 1), âmbito circular, trilobado ou distintamente trilobado, tricolporados, de colpos estreitos muito longos (estreitos longos somente em *Hura crepitans*) (tabela 2), com margem dos colpos psilada (rugulada apenas em *Colliguaja brasiliensis*) de espessura estreita a larga (tabela 3), endoaberturas circulares, lalongadas a muito lalongadas (tabela 3), com presença de *costae* inconspícua em *Actinostemon klotzschii*; muito estreita em *Actinostemon verticillatus* e nas espécies de *Algernonia*; espessa nas espécies de *Sapium* e muito espessa nas espécies de *Mabea* e *Pachystroma longifolium*, nas demais espécies é estreita e distinta. Sexina mais espessa que a nexina em todos os espécimes (tabela 3). Exina microrreticulada em *Algernonia brasiliensis*, *Colliguaja brasiliensis*, *Gymnanthes multiramea*, *G. schottiana*, *Pleradenophora membranifolia*, *Sebastiania brasiliensis* e em todas as espécies de *Microstachys*, nas demais é psilado-perfurada. Somente em *Microstachys* a sexina se afasta da nexina no mesocolpo formando *cavea* (ver chave polínica).

Descrição das espécies

Actinostemon klotzschii (Didr.) Pax. (Figuras 1A, B; 7A, B)

Grãos de pólen médios; âmbito circular, subprolotos a prolotos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada estreita; endoaberturas circulares a lalongadas com extremidades arredondadas e *costae* inconspícua; exina psilado-perfurada.

Actinostemon verticillatus (Klotzsch) Baill (Figuras 1C, D, E; 7C, D, E)

Grãos de pólen médios; âmbito circular; prolato-esferoidais a subprolotos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada estreita; endoaberturas circulares a lalongadas e *costae* muito estreita; exina psilado-perfurada.

Algernonia brasiliensis Baill. (Figuras 1F, G; 7F, G)

Grãos de pólen médios; âmbito distintamente trilobado, subprolotos a prolotos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada de largura mediana a estreita; endoaberturas circulares a lalongadas com extremidades arredondadas e *costae* muito estreita; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados.

Algernonia leandrii (Baill.) G.L.Webster (Figuras 1H, I, J; 7H, I)

Grãos de pólen médios; âmbito distintamente trilobado; prolato-esferoidais a subprolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada estreita; endoaberturas lalongadas com extremidades arredondadas e *costae* muito estreita; exina psilado-perfurada.

Colliguaja brasiliensis Klotzsch ex Baill (Figuras 1K, L; 7J, K, L)

Grãos de pólen médios; âmbito trilobado; prolato-esferoidais; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem rugulada larga; endoaberturas muito lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados.

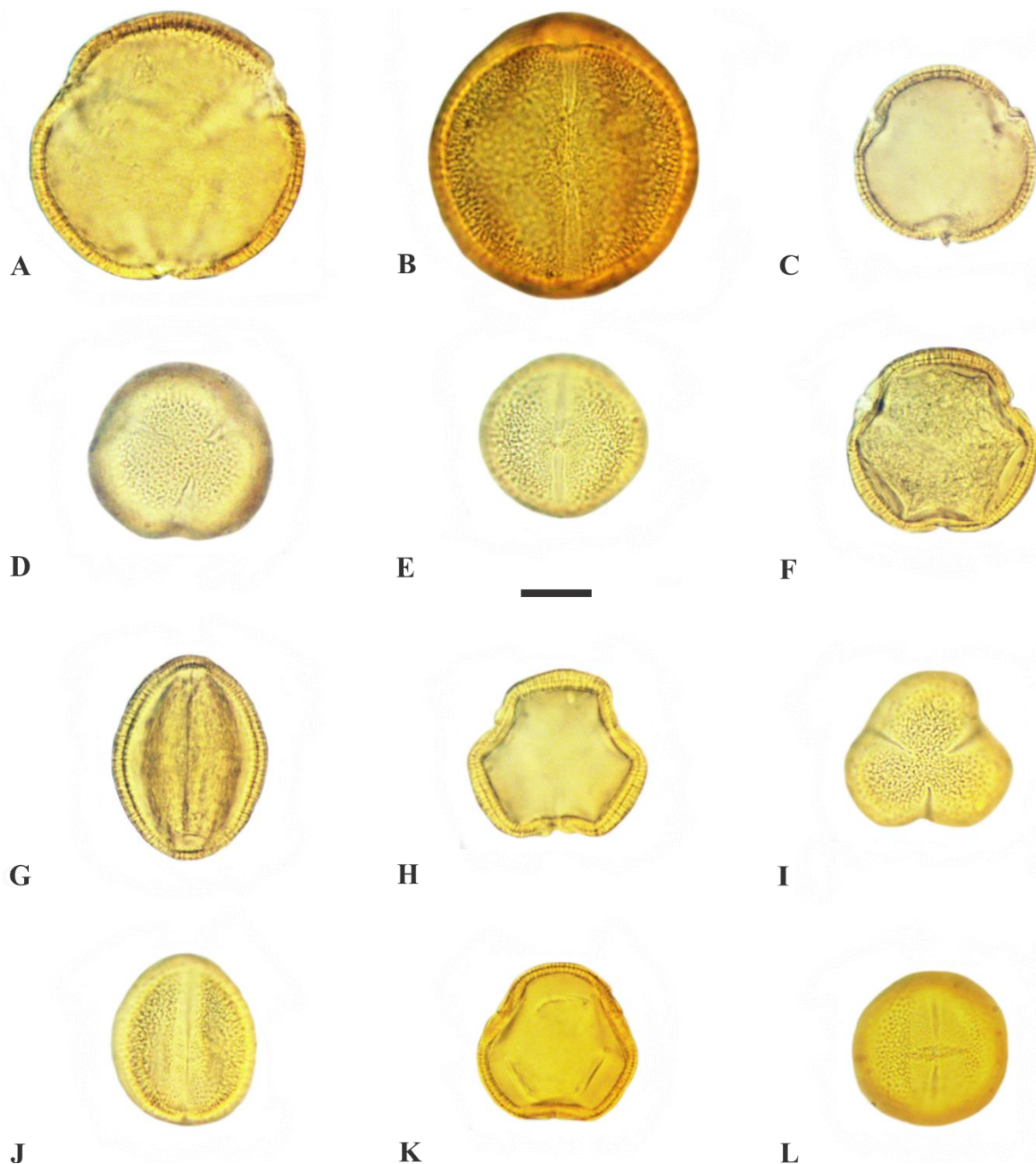


Fig. 1 Imagens em microscopia óptica dos grãos de pólen das espécies das tribos Hippomaneae e Hureae. *Actinostemon klotzschii*: **A** corte em vista polar; **B** endoabertura, vista equatorial. *Actinostemon verticillatus*: **C** corte em vista polar; **D** superfície em vista polar; **E** endoabertura, vista equatorial. *Algernonia brasiliensis*: **F** corte em vista polar; **G** vista equatorial. *Algernonia leandrii*: **H** corte em vista polar; **I** superfície em vista polar; **J** endoabertura, vista equatorial. *Colliguaja brasiliensis*: **K** corte em vista polar; **L** endoabertura, vista equatorial. Escala 10 μm .

Gymnanthes multiramea (Klotzsch) Müll.Arg (Figuras 2A, B, C; 8A, B, C)

Grãos de pólen pequenos; âmbito distintamente trilobado; prolato-esferoidais a subprolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada larga; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados.

Gymnanthes schottiana Müll.Arg (Figuras 2D, E, F; 8D, E)

Grãos de pólen pequenos a médios; âmbito distintamente trilobado; prolato-esferoidais a subprolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada de largura mediana; endoaberturas lalongadas com extremidades afiladas a arredondadas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados.

Hura crepitans L (Figuras 2G, H; 8F, G)

Grãos de pólen grandes; âmbito circular; prolato-esferoidais a subprolatos; colpos longos, com extremidades afiladas e margem psilada estreita; endoaberturas muito lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina psilado-perfurada.

Mabea fistulifera Mart (Figuras 2I, J; 8H, I, J)

Grãos de pólen grandes; âmbito circular; prolato-esferoidais a subprolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada estreita; endoaberturas muito lalongadas com extremidades afiladas e *costae* muito espessa; exina psilado-perfurada.

Mabea piriri Aubl. (Figuras 2K, L; 8K, L)

Grãos de pólen médios a grandes; âmbito circular; prolato-esferoidais a subprolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada estreita; endoaberturas lalongadas com extremidades afiladas e *costae* muito espessa; exina psilado-perfurada.

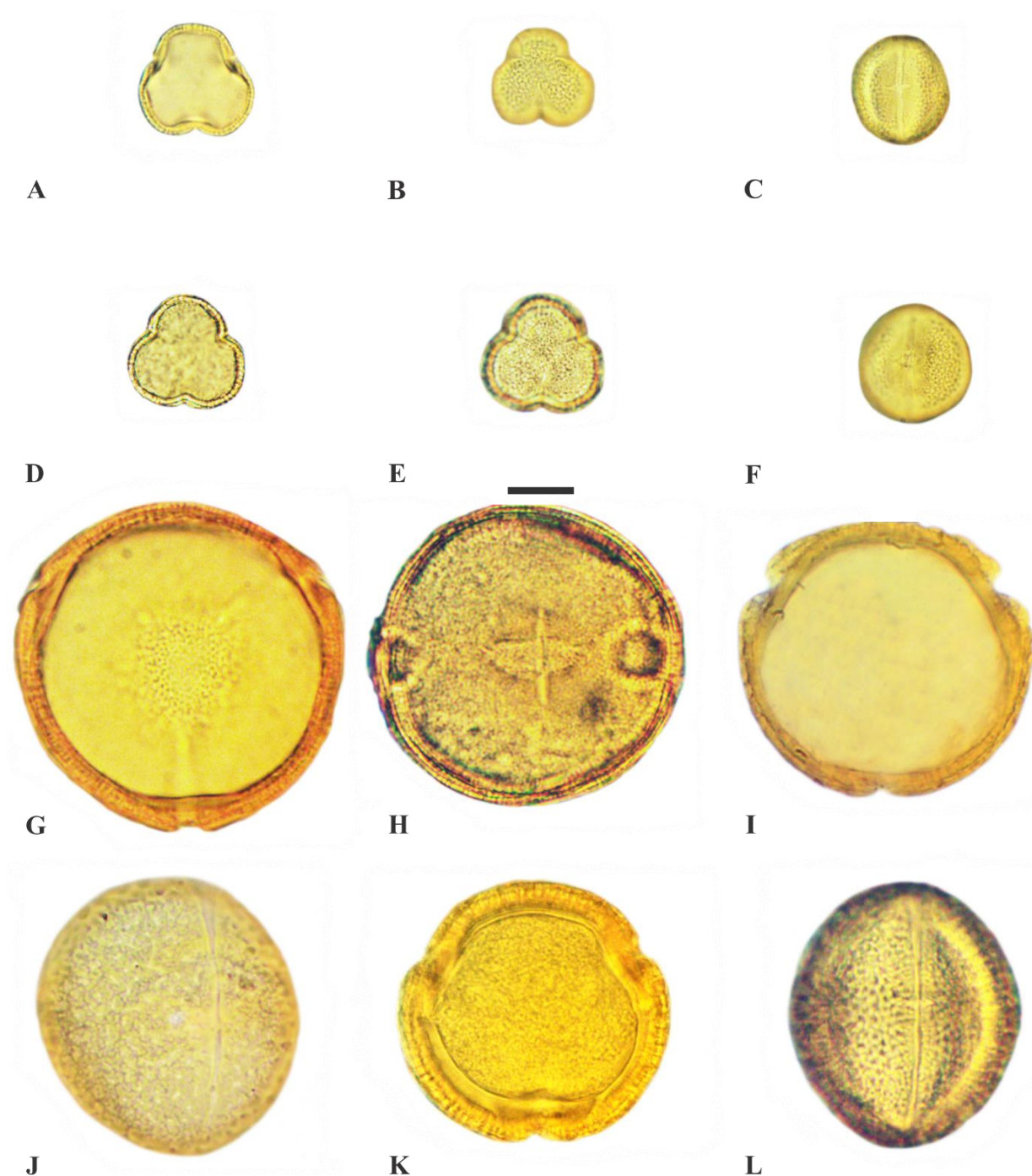


Fig. 2 Imagens em microscopia óptica dos grãos de pólen das espécies das tribos Hippomaneae e Hureae. *Gymnanthes multiramea*: **A** corte em vista polar; **B** superfície em vista polar; **C** endoabertura, vista equatorial. *Gymnanthes schottiana*: **D** corte em vista polar; **E** superfície em vista polar; **F** endoabertura, vista equatorial. *Hura crepitans*: **G** corte em vista polar; **H** endoabertura, vista equatorial. *Mabea fistulifera*: **I** corte em vista polar; **J** superfície, vista equatorial. *Mabea piriri*: **K** corte em vista polar; **L** endoabertura, vista equatorial. Escala 10 μ m.

Maprounea brasiliensis A.St.-Hil. (Figuras 3A, B; 9A, B)

Grãos de pólen pequenos a médios; âmbito distintamente trilobado; subprolatos a prolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada larga a mediana; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina psilado-perfurada.

Maprounea guianensis Aubl (Figuras 3C, D; 9C, D)

Grãos de pólen pequenos a médios; âmbito distintamente trilobado; subprolatos a prolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada de largura mediana a estreita; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas com extremidades arredondadas e *costae* estreita e distinta; exina psilado-perfurada.

Microstachys anisodonta Müll. Arg (Figuras 3E, F; 9E, F)

Grãos de pólen médios; âmbito distintamente trilobado; prolato-esferoidais; colpos muito longos, quase unidos nos pólos formando uma invaginação, com extremidades afiladas e margem psilada larga; endoaberturas lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados; na região do mesocolpo a sexina se afasta da nexina formando *cavea*.

Microstachys bidentata (Mart.& Zucc.) Esser (Figuras 3G, H; 9G, H)

Grãos de pólen pequenos a médios; âmbito distintamente trilobado; prolato-esferoidais; colpos muito longos, quase unidos nos pólos formando uma invaginação, com extremidades afiladas e margem psilada larga; endoaberturas lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados; na região do mesocolpo a sexina se afasta da nexina formando *cavea*.

Microstachys corniculata (Vahl) Griseb (Figuras 3I, J; 9I, J)

Grãos de pólen médios; âmbito distintamente trilobado; prolato-esferoidais; colpos muito longos, quase unidos nos pólos formando uma invaginação, com extremidades afiladas e margem psilada larga; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados; na região do mesocolpo a sexina se afasta da nexina formando *cavea*.

Microstachys ditassoides (Didr.) Esser (Figuras 3K, L; 9K, L)

Grãos de pólen pequenos a médios; âmbito distintamente trilobado; oblato-esferoidais a prolato-esferoidais; colpos muito longos, quase unidos nos pólos formando uma invaginação, com extremidades afiladas e margem psilada larga; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados; na região do mesocolpo a sexina se afasta da nexina formando *cavea*.

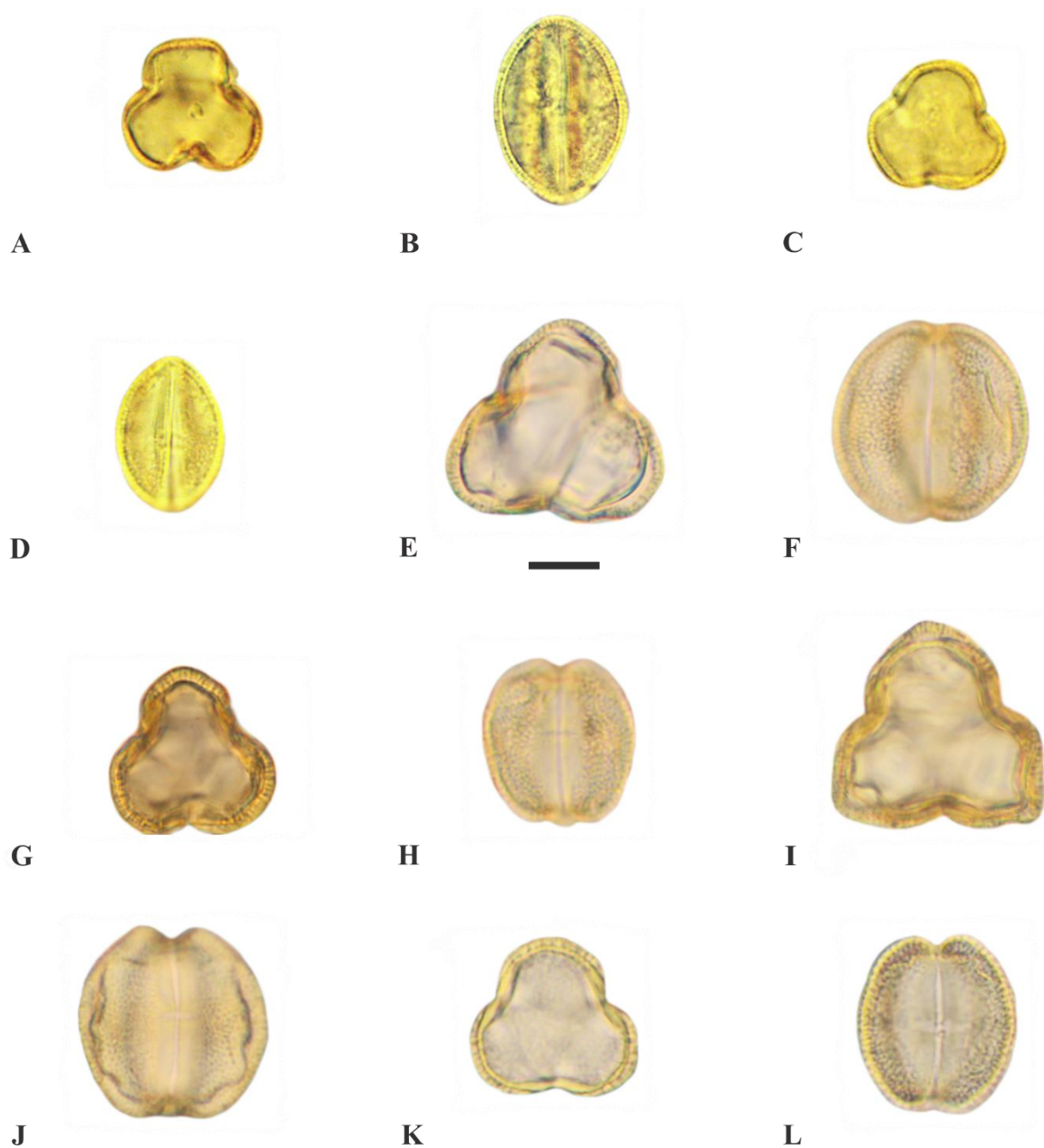


Fig. 3 Imagens em microscopia óptica dos grãos de pólen das espécies da tribo Hippomaneae. *Maprounea brasiliensis*: **A** corte em vista polar; **B** endoabertura, vista equatorial. *Maprounea guianensis*: **C** corte em vista polar; **D** endoabertura, vista equatorial. *Microstachys anisodonta*: **E** corte em vista polar; **F** endoabertura, vista equatorial. *Microstachys bidentata*: **G** corte em vista polar; **H** endoabertura, vista equatorial. *Microstachys corniculata*: **I** corte em vista polar; **J** endoabertura, vista equatorial. *Microstachys ditassoides*: **K** corte em vista polar; **L** endoabertura, vista equatorial. Escala 10 μm .

Microstachys glandulosa (Mart. & Zucc.) Esser & M.J.Silva (Figuras 4A, B; 10A, B)

Grãos de pólen pequenos a médios; âmbito distintamente trilobado; oblato-esferoidais a prolato-esferoidais; colpos muito longos, quase unidos nos pólos formando uma invaginação, com extremidades afiladas e margem psilada larga; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados; na região do mesocolpo a sexina se afasta da nexina formando *cavea*.

Microstachys heterodoxa (Müll.Arg.) Esser (Figuras 4C, D; 10 C, D, E)

Grãos de pólen pequenos a médios; âmbito distintamente trilobado; prolato-esferoidais a subprolatos; colpos muito longos, quase unidos nos pólos formando uma invaginação, com extremidades afiladas e margem psilada larga; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados; na região do mesocolpo a sexina se afasta da nexina formando *cavea*.

Microstachys marginata (Mart. & Zucc.) Klotzsch ex Müll.Arg (Figuras 4E, F; 10F, G)

Grãos de pólen médios; âmbito distintamente trilobado; subprolatos; colpos muito longos, quase unidos nos pólos formando uma invaginação, com extremidades afiladas e margem psilada larga; endoaberturas lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados; na região do mesocolpo a sexina se afasta da nexina formando *cavea*.

Microstachys nummularifolia (Cordeiro) Esser (Figuras 4G, H; 10H, I)

Grãos de pólen pequenos a médios; âmbito distintamente trilobado; subprolatos; colpos muito longos, quase unidos nos pólos formando uma invaginação, com extremidades afiladas e margem psilada larga; endoaberturas lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados; na região do mesocolpo a sexina se afasta da nexina formando *cavea*.

Microstachys revoluta (Ule) Esser (Figuras 4I, J; 10J, K, L)

Grãos de pólen médios; âmbito distintamente trilobado; prolato-esferoidais; colpos muito longos, quase unidos nos pólos formando uma invaginação, com extremidades afiladas e margem psilada larga; endoaberturas muito lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados; na região do mesocolpo a sexina se afasta da nexina formando *cavea*.

Microstachys salicifolia (Mart.) Pax (Figuras 4K, L; 11A, B)

Grãos de pólen médios; âmbito distintamente trilobado; prolato-esferoidais a subprolatos; colpos muito longos, quase unidos nos pólos formando uma invaginação, com extremidades afiladas e margem psilada larga; endoaberturas lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados; na região do mesocolpo a sexina se afasta da nexina formando *cavea*.

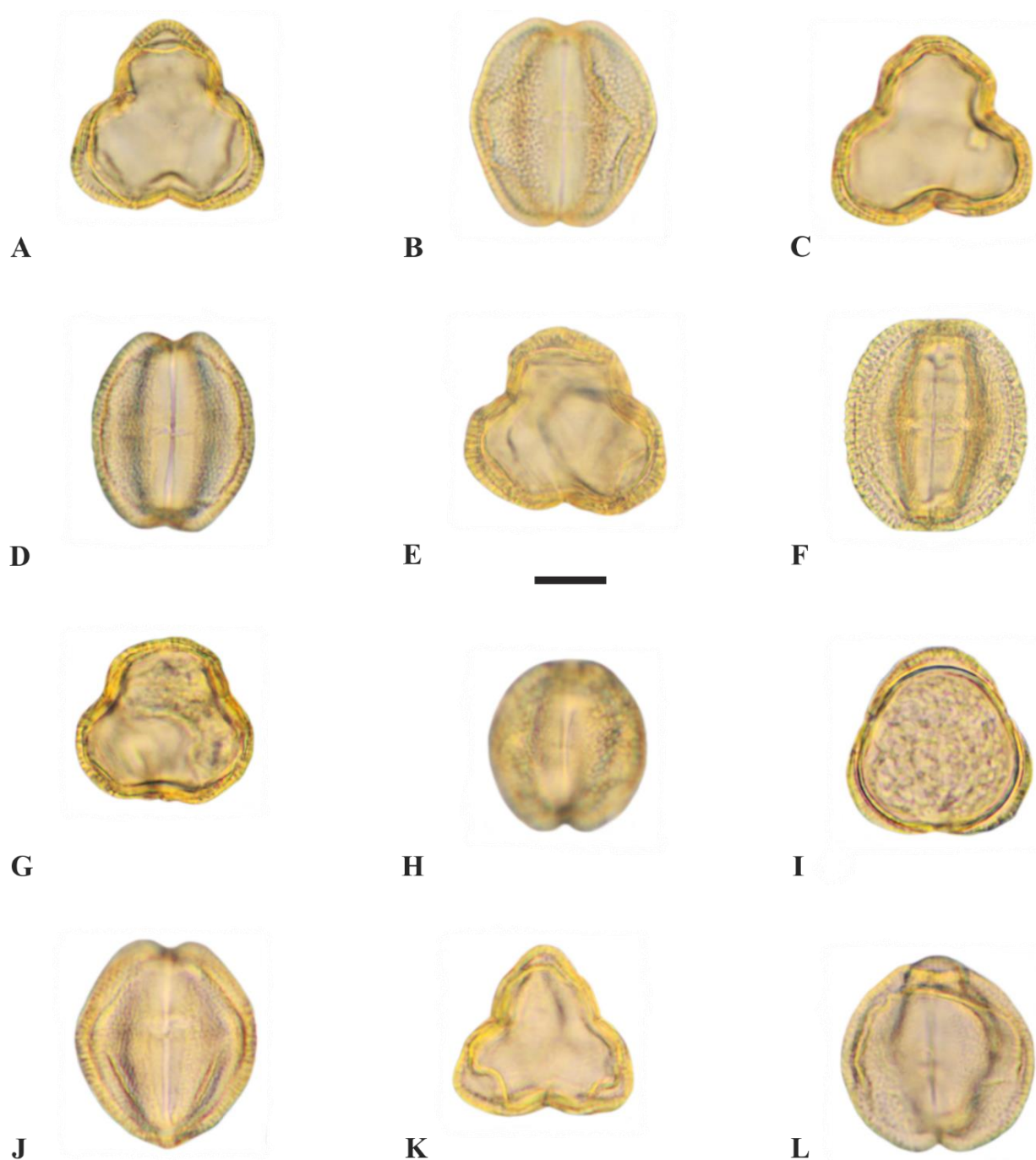


Fig. 4 Imagens em microscopia óptica dos grãos de pólen das espécies da tribo Hippomaneae. *Microstachys glandulosa*: **A** corte em vista polar; **B** endoabertura, vista equatorial. *Microstachys heterodoxa*: **C** corte em vista polar; **D** endoabertura, vista equatorial. *Microstachys marginata*: **E** corte em vista polar; **F** endoabertura, vista equatorial. *Microstachys nummularifolia*: **G** corte em vista polar; **H** endoabertura, vista equatorial. *Microstachys revoluta*: **I** corte em vista polar; **J** endoabertura, vista equatorial. *Microstachys salicifolia*: **K** corte em vista polar; **L** endoabertura, vista equatorial. Escala 10 μm .

Pachystroma longifolium (Nees) I.M. Johnst (Figuras 5A, B, C; 11C, D)

Grãos de pólen médios; âmbito trilobado; prolato-esferoidais a subprolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada estreita; endoaberturas lalongadas com extremidades arredondadas e *costae* muito espessa; exina psilado-perfurada.

Pleradenophora membranifolia (Müll. Arg.) Esser & A. L. Melo (Figuras 5D, E, F; 11E, F)

Grãos de pólen pequenos a médios; âmbito distintamente trilobado; oblato-esferoidais a subprolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada de largura mediana a estreita; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas com extremidades arredondadas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados.

Sapium haemospermum Müll.Arg. (Figuras 5G, H; 11G, H)

Grãos de pólen médios a grandes; âmbito distintamente trilobado; prolatos; colpos muito longos, com extremidades arredondadas e margem psilada estreita; endoaberturas muito lalongadas com extremidades afiladas e *costae* espessa; exina psilado-perfurada.

Sapium obovatum Klotzsch ex Müll.Arg. (Figuras 5I, J; 11I, J)

Grãos de pólen médios a grandes; âmbito distintamente trilobado; subprolatos a prolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada estreita; endoaberturas muito lalongadas com extremidades arredondadas e *costae* espessa; exina psilado-perfurada.

Sebastiania brasiliensis Spreng. (Figuras 5K, L; 11K, L)

Grãos de pólen médios; âmbito trilobado; prolato-esferoidais a subprolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada estreita; endoaberturas muito lalongadas com extremidades arredondadas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados.

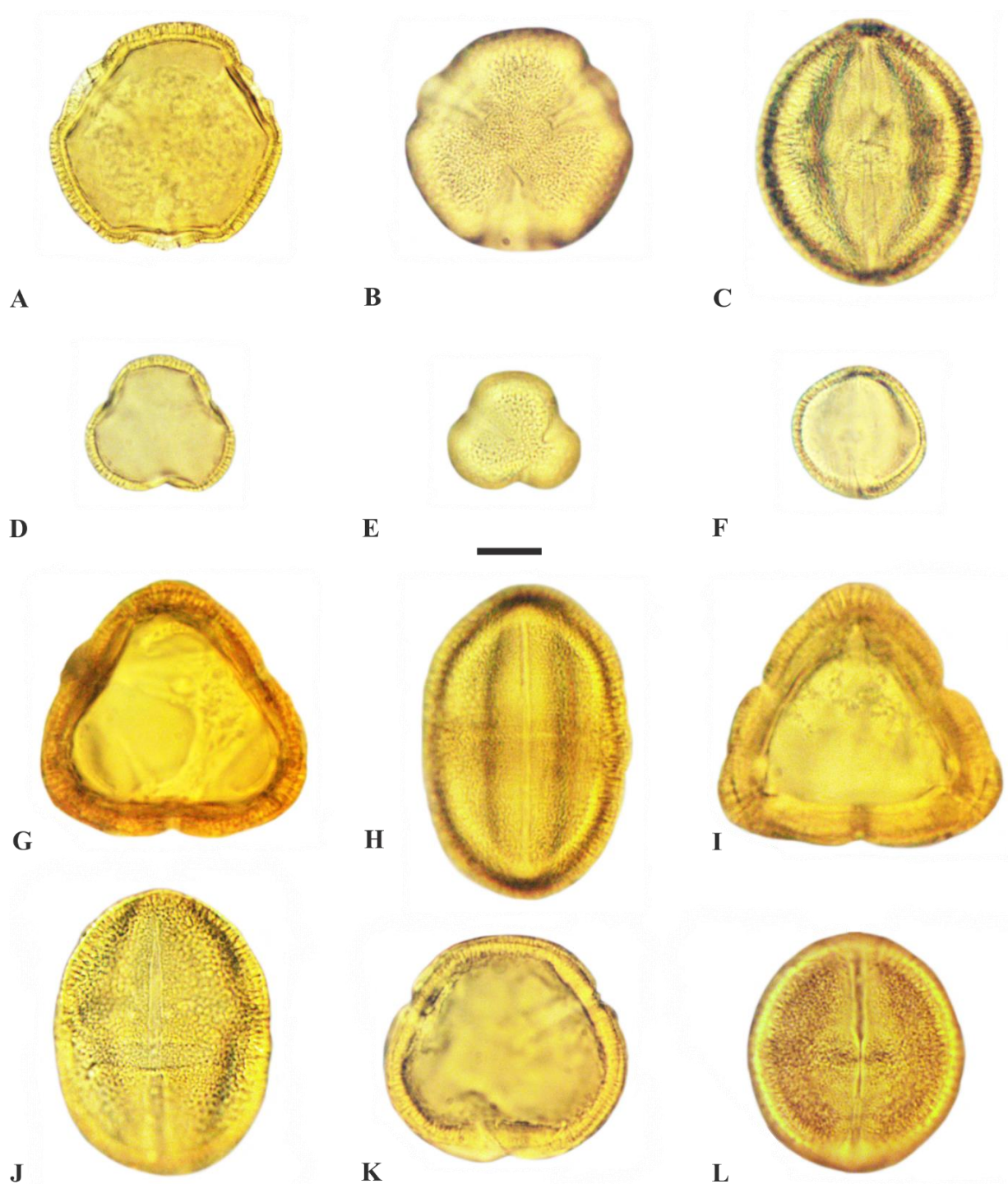


Fig. 5 Imagens em microscopia óptica dos grãos de pólen das espécies das tribos Hippomaneae e Pachystromateae. *Pachystroma longifolium*: **A** corte em vista polar; **B** superfície em vista polar; **C** endoabertura, vista equatorial. *Pleradenophora membranifolia*: **D** corte em vista polar; **E** superfície em vista polar; **F** endoabertura, vista equatorial. *Sapium haemospermum*: **G** corte em vista polar; **H** endoabertura, vista equatorial. *Sapium obovatum*: **I** corte em vista polar; **J** endoabertura, vista equatorial. *Sebastiania brasiliensis*: **K** corte em vista polar; **L** endoabertura, vista equatorial. Escala 10 μm .

Sebastiania brevifolia (Müll.Arg.) Müll.Arg (Figuras 6A, B, C; 12A, B, C)

Grãos de pólen pequenos a médios; âmbito trilobado; prolato-esferoidais a subprolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada larga a mediana; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas com extremidades arredondadas e *costae* estreita e distinta; exina psilado-perfurada.

Senefeldera verticillata (Vell.) Croizat (Figuras 6D, E; 12D, E)

Grãos de pólen pequenos a médios; âmbito distintamente trilobado; oblato-esferoidais a subprolatos; colpos muito longos, com extremidades arredondadas e margem psilada estreita; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas com extremidades arredondadas e *costae* estreita e distinta; exina psilado-perfurada.

Stillingia argutedentata Jabl. (Figuras 6F, G; 12F, G)

Grãos de pólen médios a grandes; âmbito distintamente trilobado; subprolatos a prolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada estreita; endoaberturas muito lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina psilado-perfurada.

Stillingia uleana Pax ex K.Hoffm (Figuras 6H, I, J; 12H, I, J)

Grãos de pólen médios a grandes; âmbito distintamente trilobado; prolatos; colpos muito longos, com extremidades afiladas e margem psilada estreita; endoaberturas muito lalongadas com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina psilado-perfurada.

Triadica sebifera L (Figuras 6K, L; 12K, L)

Grãos de pólen médios a grandes; âmbito distintamente trilobado; subprolatos; colpos muito longos, com extremidades arredondadas e margem psilada estreita; endoaberturas muito lalongadas com extremidades arredondadas e *costae* estreita e distinta; exina psilado-perfurada.

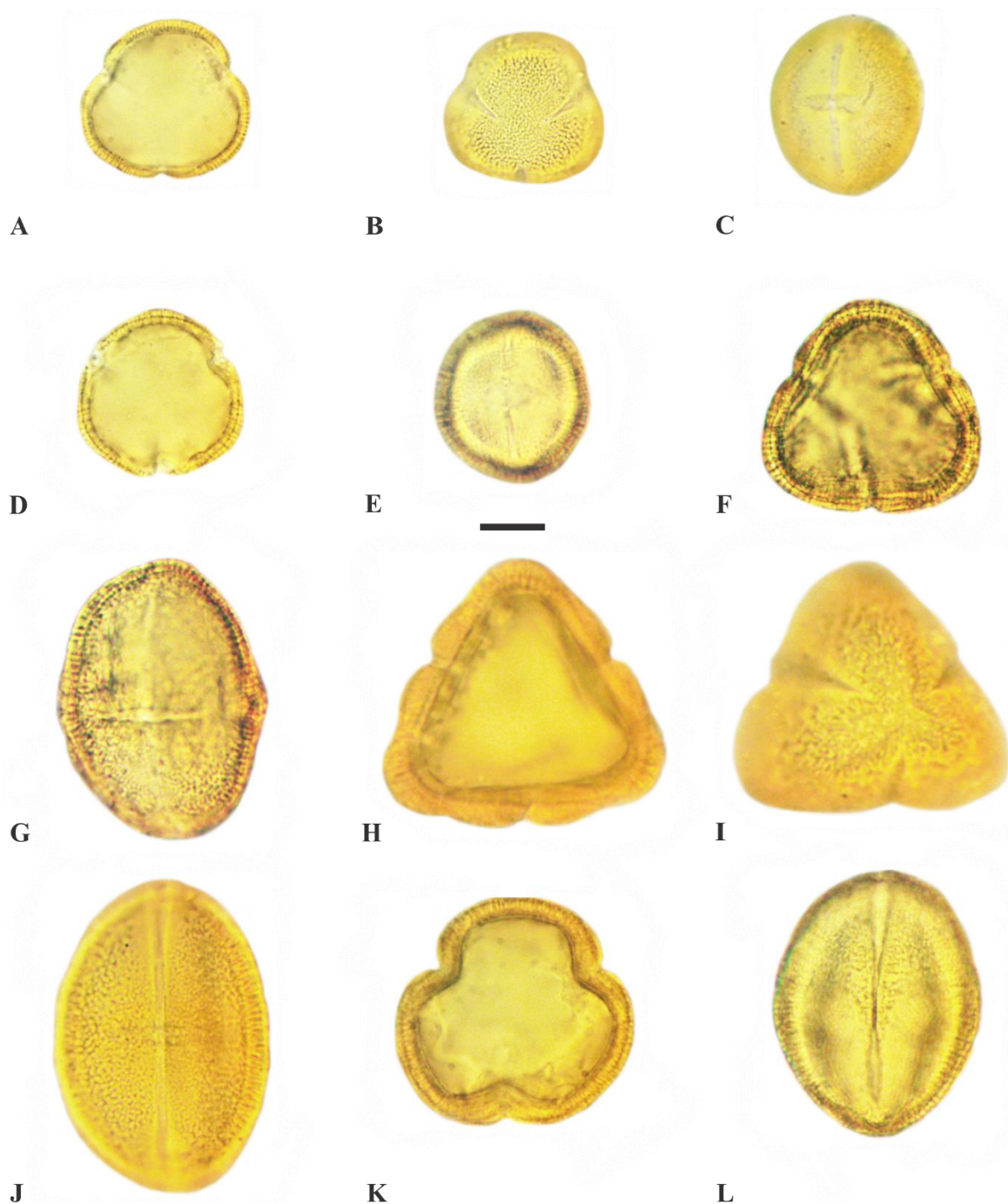


Fig. 6 Imagens em microscopia óptica dos grãos de pólen das espécies da tribo Hippomaneae. *Sebastiania brevifolia*: **A** corte em vista polar; **B** superfície em vista polar; **C** endoabertura, vista equatorial. *Senefeldera verticillata*: **D** corte em vista polar; **E** endoabertura, vista equatorial. *Stillingia argutedentata*: **F** corte em vista polar; **G** endoabertura, vista equatorial. *Stillingia uleana*: **H** corte em vista polar; **I** superfície em vista polar; **J** endoabertura, vista equatorial. *Triadica sebifera*: **K** corte em vista polar; **L** vista equatorial. Escala 10 μ m.

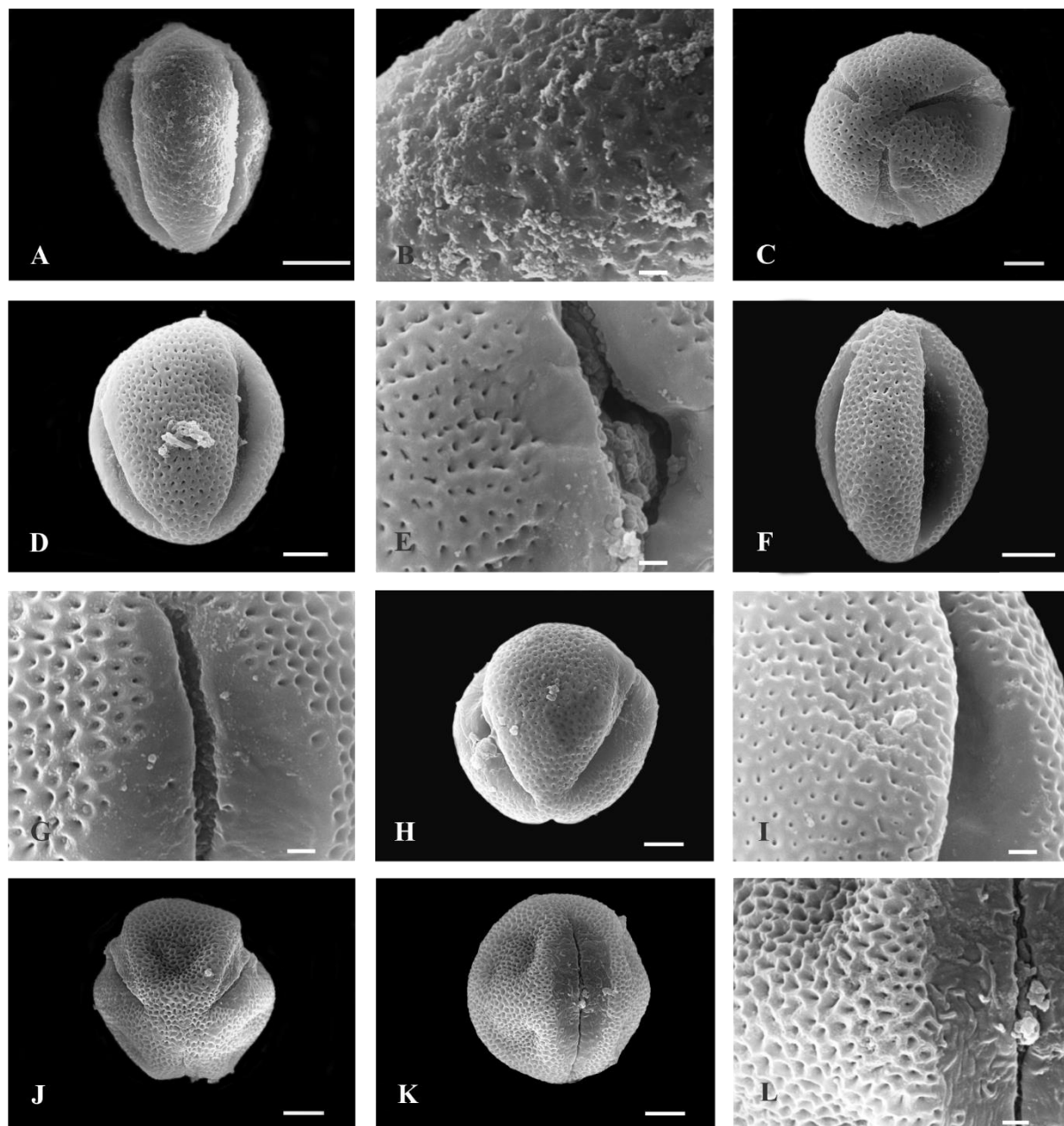


Fig. 7 Imagens em microscopia eletrônica de varredura dos grãos de pólen das espécies das tribos Hippomaneae e Hureae. *Actinostemon klotzschii*: **A** vista equatorial; **B** ornamentação. *Actinostemon verticillatus*: **C** vista polar; **D** vista equatorial; **E** margem e ornamentação. *Algernonia brasiliensis*: **F** vista equatorial; **G** margem e ornamentação. *Algernonia leandrii*: **H** vista polar; **I** margem e ornamentação. *Colliguaja brasiliensis*: **J** vista polar; **K** vista equatorial; **L** margem e ornamentação. Escalas **A**= 10 μ m; **C, D, F, H, J, K**= 5 μ m; **B, E, G, I, L**= 1 μ m.

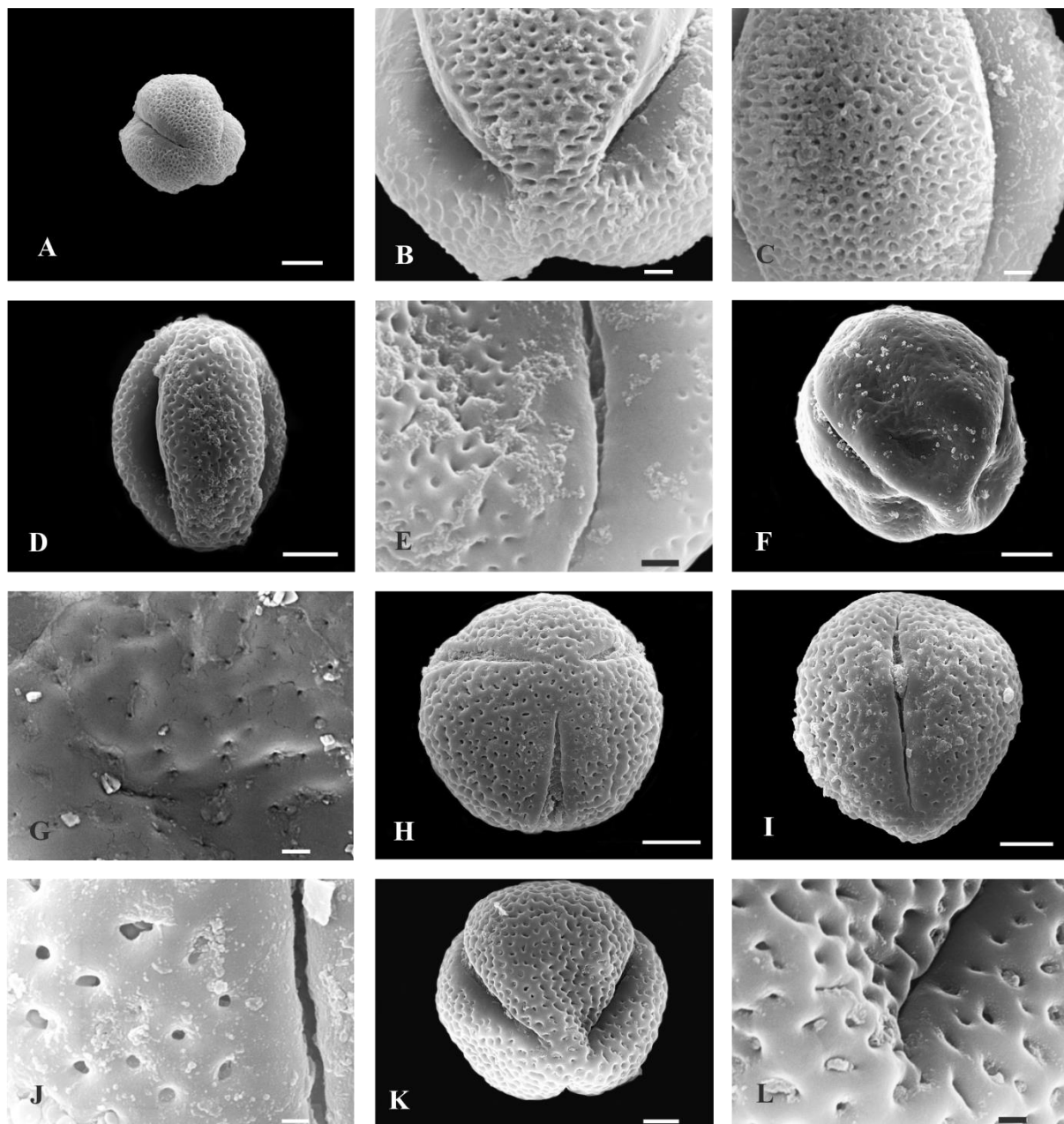


Fig. 8 Imagens em microscopia eletrônica de varredura dos grãos de pólen das espécies das tribos Hippomaneae e Hureae. *Gymnanthes multiramea*: A vista polar; B margem; C ornamentação. *Gymnanthes schottiana*: D vista equatorial; E margem e ornamentação. *Hura crepitans*: F vista polar; G ornamentação; *Mabea fistulifera*: H vista polar; I vista equatorial; J margem e ornamentação. *Mabea piriri*: K vista polar; L ornamentação. Escalas F, H, I= 10 μm ; A, D, K= 5 μm ; B, C, E, G, J, L= 1 μm .

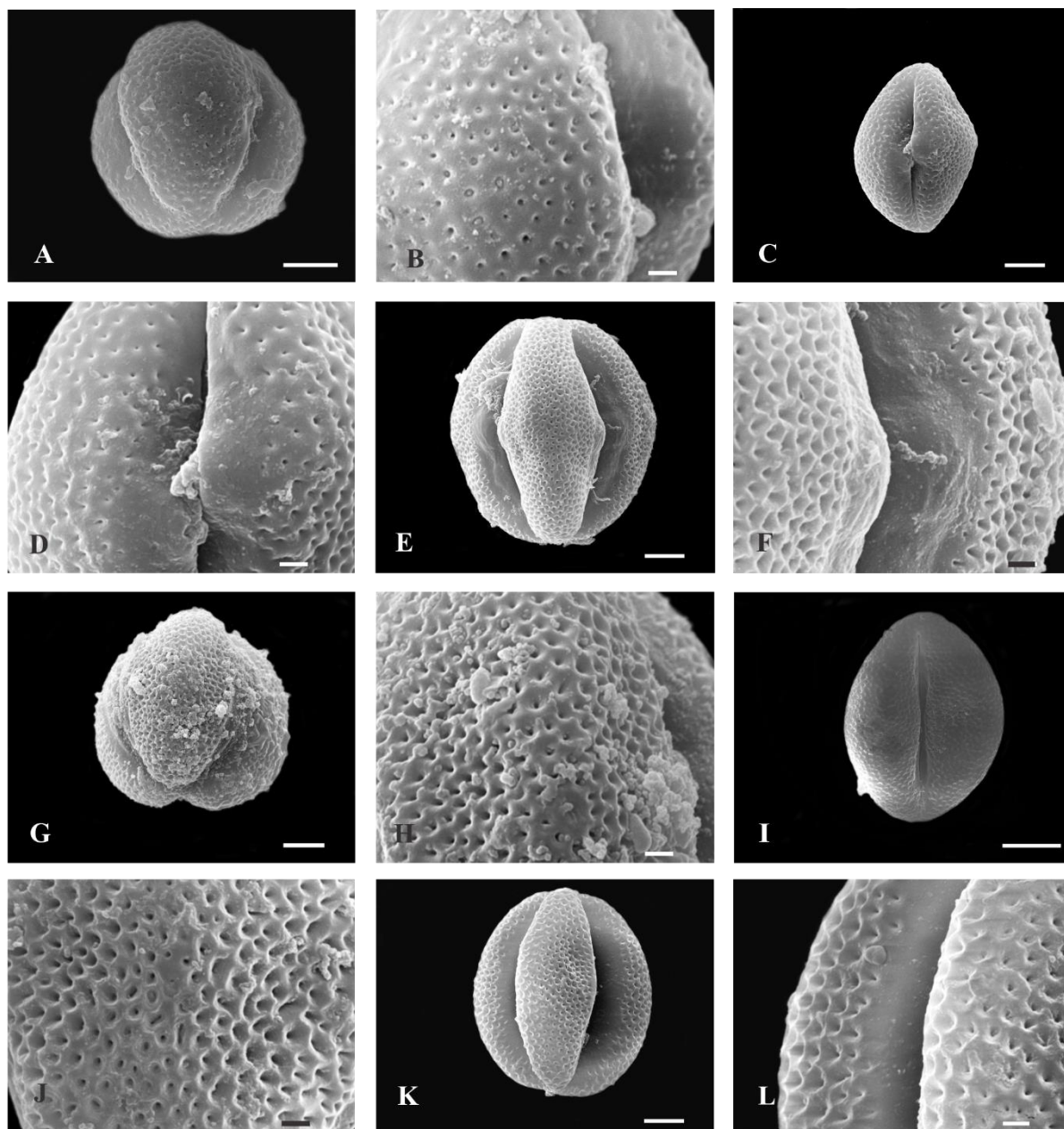


Fig. 9 Imagens em microscopia eletrônica de varredura dos grãos de pólen das espécies da tribo Hippomaneae. *Maprounea brasiliensis*: **A** vista polar; **B** margem e ornamentação. *Maprounea guianensis*: **C** vista equatorial; **D** margem e ornamentação. *Microstachys anisodonta*: **E** vista equatorial; **F** margem e ornamentação. *Microstachys bidentata*: **G** vista polar; **H** ornamentação. *Microstachys corniculata*: **I** vista equatorial; **J** ornamentação. *Microstachys ditassoides*: **K** vista equatorial; **L** margem e ornamentação. Escalas **I**= 10 μm ; **A, C, E, G, K**= 5 μm ; **B, D, F, H, J, L**= 1 μm .

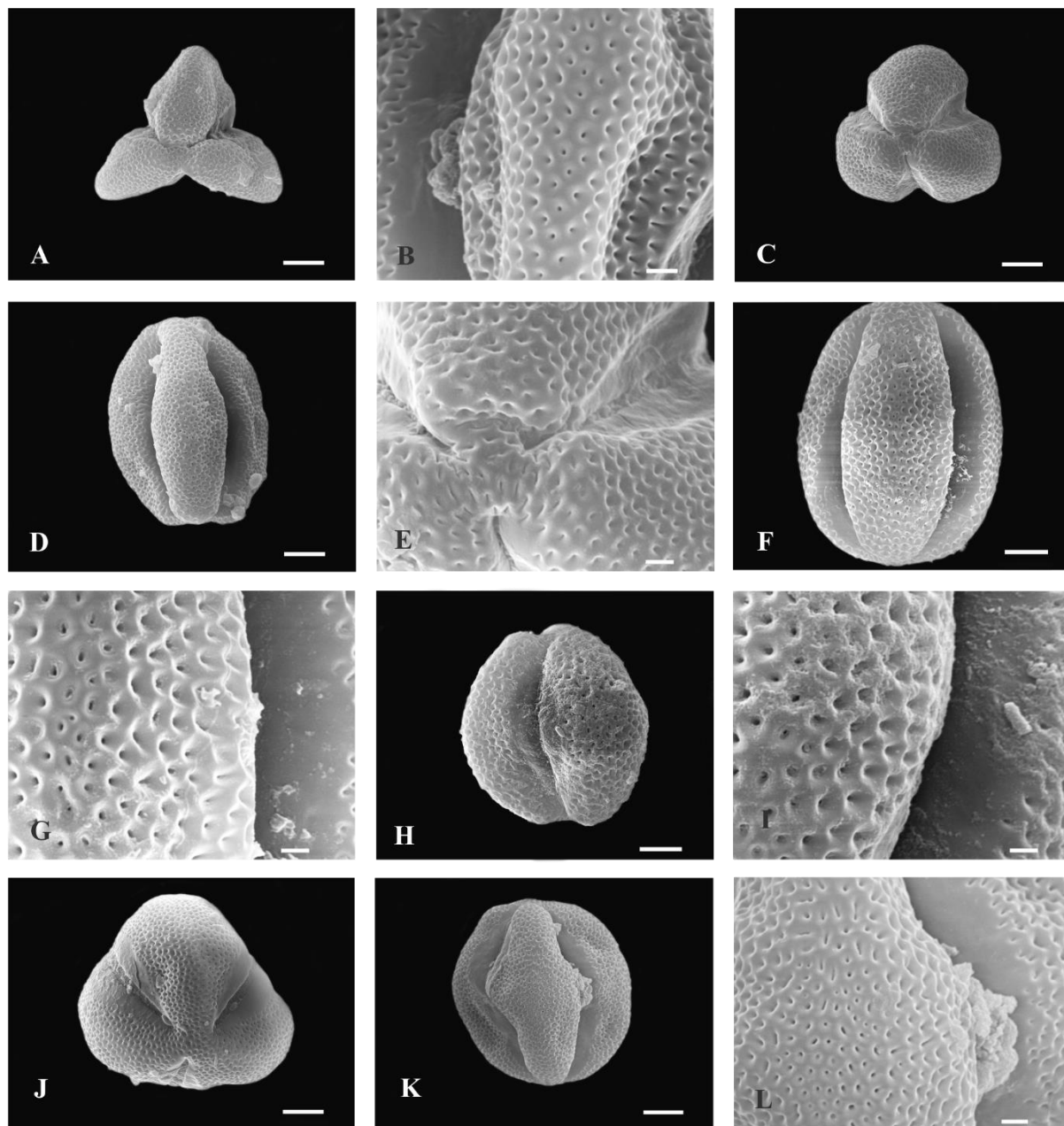


Fig. 10 Imagens em microscopia eletrônica de varredura dos grãos de pólen das espécies da tribo Hippomaneae. *Microstachys glandulosa*: **A** vista polar; **B** margem e ornamentação. *Microstachys heterodoxa*: **C** vista polar; **D** vista equatorial; **E** margem e ornamentação. *Microstachys marginata*: **F** vista equatorial; **G** margem e ornamentação. *Microstachys nummularifolia*: **H** vista equatorial; **I** margem e ornamentação. *Microstachys revoluta*: **J** vista polar; **K** vista equatorial; **L** margem e ornamentação. Escalas **A, C, D, F, H, J, K**= 5 μ m; **B, E, G, I, L**= 1 μ m.

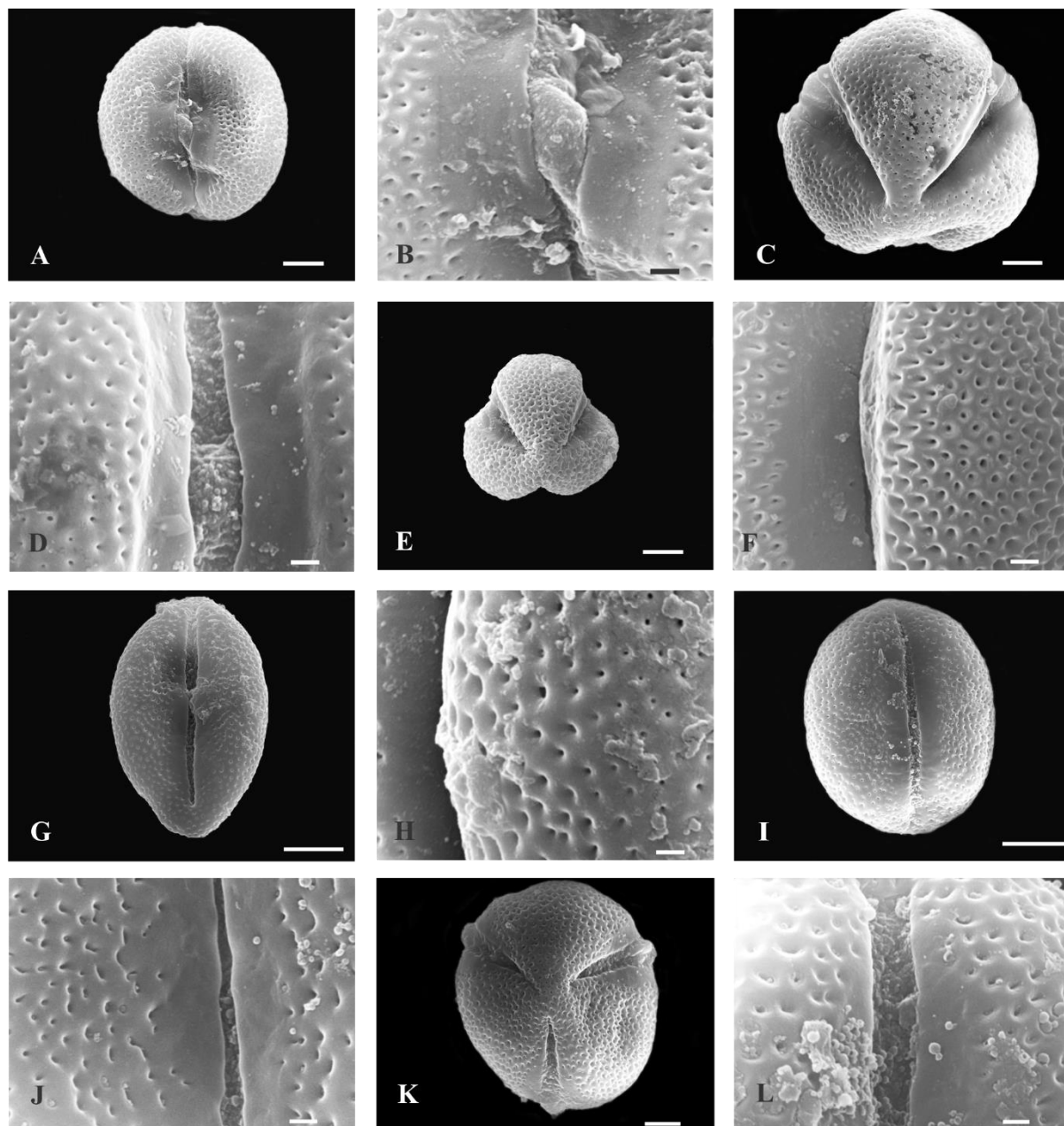


Fig. 11 Imagens em microscopia eletrônica de varredura dos grãos de pólen das espécies das tribos Hippomaneae e Pachystromateae. *Microstachys salicifolia*: **A** vista equatorial; **B** margem e ornamentação. *Pachystroma longifolium*: **C** vista polar; **D** margem e ornamentação. *Pleradenophora membranifolia*: **E**. Vista polar; **F** margem e ornamentação. *Sapium haemospermum*: **G** vista equatorial; **H** margem e ornamentação. *Sapium obovatum*: **I** vista equatorial; **J** margem e ornamentação. *Sebastiania brasiliensis*: **K** vista polar; **L** margem e ornamentação. Escalas **G, I**= 10 μ m; **A, C, E, K**= 5 μ m; **B, D, F, H, J, L**= 1 μ m.

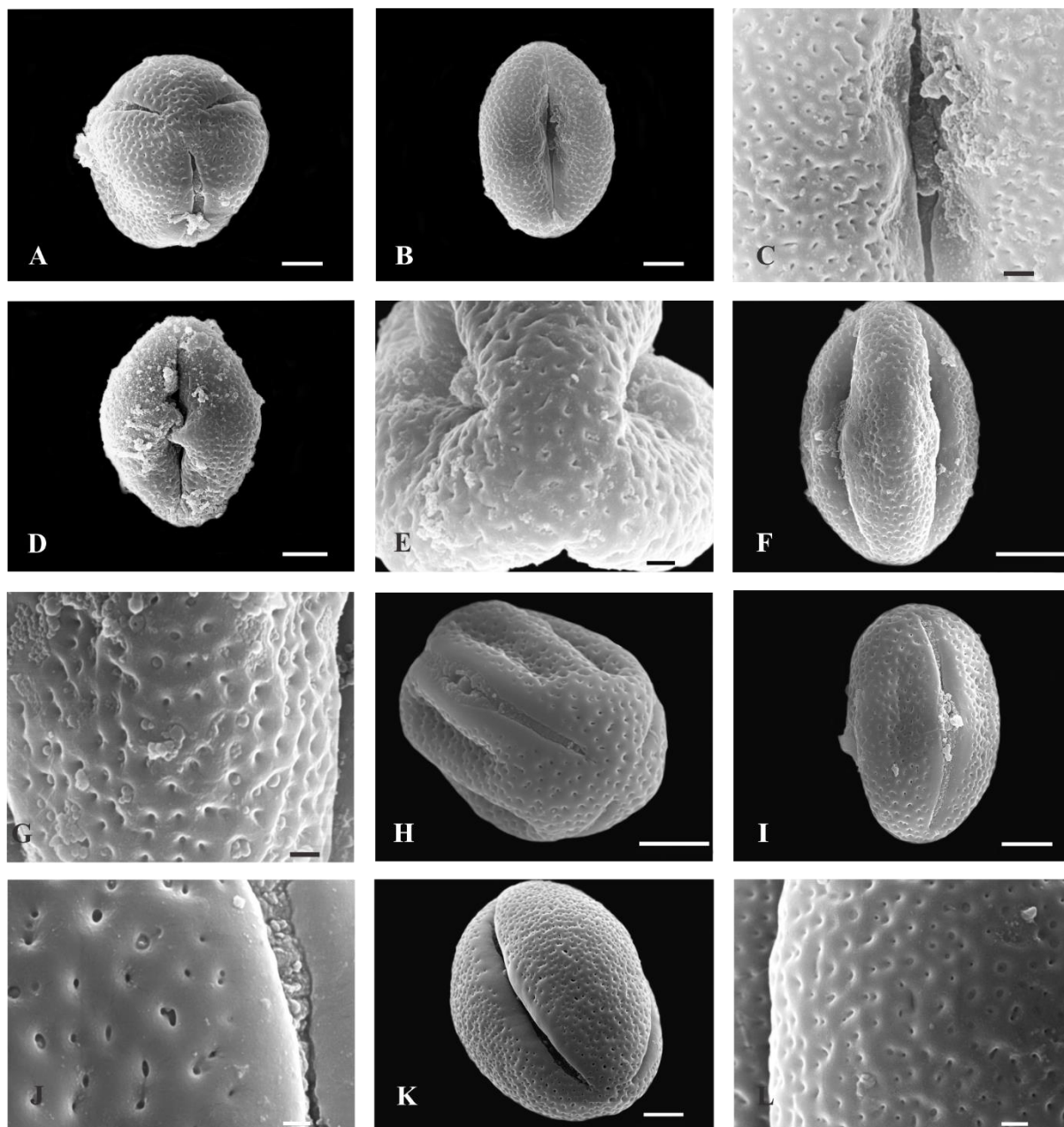


Fig. 12 Imagens em microscopia eletrônica de varredura dos grãos de pólen das espécies da tribo Hippomaneae. *Sebastiania brevifolia*: **A** vista polar; **B** vista equatorial; **C** margem e ornamentação. *Senefeldera verticillata*: **D** vista equatorial; **E** margem e ornamentação. *Stillingia argutedentata*: **F** vista equatorial; **G** ornamentação. *Stillingia uleana*: **H** aproximadamente vista polar; **I** vista equatorial; **J** margem e ornamentação. *Triadica sebifera*: **K** aproximadamente vista polar; **L** ornamentação. Escalas **F, H, I**= 10 μm ; **A, B, D, K**= 5 μm ; **C, E, G, J, L**= 1 μm .

Tabela 1. Medidas (em micrômetros) dos eixos em vista equatorial e forma dos grãos de pólen de espécimes das Tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae.

Espécimes	Eixo Polar em Vista Equatorial			Eixo Equatorial em Vista Equatorial			Forma P/E
	ICi(x±sx)ICf	s	V%	ICi(x±sx)ICf	s	V%	
<i>Actinostemon klotzschii</i> SP 4354	38,66(41,16±1,21)43,66	6,07	14,75	31,22(32,94±0,84)34,67	4,19	12,71	1,24
<i>Actinostemon klotzschii</i> SP 54963	40,98(42,09±0,54)43,19	2,68	6,36	33,37(34,56±0,58)35,75	2,89	8,37	1,21
<i>Actinostemon klotzschii</i> SP 74523	47,68(48,33±0,56)49,98	2,79	5,72	33,19(34,33±0,55)35,46	2,76	8,03	1,42
<i>Actinostemon verticillatus</i> SP 425809	30,45(31,35±0,44)32,25	2,18	6,96	28,93(29,53±0,29)30,14	1,46	4,96	1,06
<i>Actinostemon verticillatus</i> SP 425813	33,48(34,39±0,44)35,30	2,21	6,42	29,38(30,15±0,38)30,93	1,88	6,23	1,14
<i>Actinostemon verticillatus</i> SP 487911	32,82(33,90±0,52)34,98	2,61	7,70	32,73(33,35±0,30)33,97	1,50	4,50	1,01
<i>Algernonia brasiliensis</i> SP 4576	37,15(38,15±0,49)39,16	2,44	6,41	27,24(28,16±0,45)29,08	2,23	7,91	1,35
<i>Algernonia brasiliensis</i> SP 269064	33,58(34,36±0,38)35,13	1,89	5,50	27,98(28,53±0,26)29,07	1,32	4,63	1,20
<i>Algernonia leandrii</i> SP 279877	31,61(32,44±0,40)33,27	2,00	6,18	25,67(26,77±0,53)27,86	2,66	9,93	1,21
<i>Algernonia leandrii</i> SP 369146	35,47(36,12±0,32)36,77	1,58	4,37	31,06(31,82±0,37)32,57	1,84	5,78	1,13
<i>Algernonia leandrii</i> SP 429491	37,12(38,29±0,57)39,45	2,83	7,38	27,31(28,63±0,64)29,94	3,19	11,13	1,33
<i>Colliguaja brasiliensis</i> SP 474033	31,41(32,04±0,30)32,67	1,52	4,74	30,92(31,60±0,33)32,28	1,66	5,24	1,01
<i>Gymnanthes multiramea</i> SP 290901	19,63(20,23±0,29)20,82	1,45	7,19	19,44(19,74±0,15)20,05	0,74	3,76	1,02
<i>Gymnanthes multiramea</i> SP 311783	21,02(21,79±0,38)22,57	1,88	8,62	17,52(18,21±0,33)18,89	1,66	9,13	1,19
<i>Gymnanthes multiramea</i> SP 488252	23,23(24,03±0,39)24,83	1,94	8,09	19,05(19,62±0,27)20,18	1,37	6,99	1,22
<i>Gymnanthes schottiana</i> SP 183924	24,19(24,81±0,30)25,43	1,51	6,10	21,14(21,73±0,29)22,32	1,43	6,60	1,14
<i>Gymnanthes schottiana</i> SP 259088	24,67(25,10±0,21)25,54	1,06	4,23	22,91(23,64±0,36)24,37	1,78	7,51	1,06
<i>Gymnanthes schottiana</i> SP 292050	26,31(26,78±0,23)27,25	1,15	4,28	22,37(22,89±0,25)23,40	1,25	5,48	1,17
<i>Hura crepitans</i> SP 46150	58,93(60,62±0,82)62,30	4,09	6,75	57,85(59,52±0,81)61,18	4,04	6,79	1,01
<i>Hura crepitans</i> SP 75914	61,71(62,94±0,60)64,18	2,99	4,75	58,34(59,40±0,51)60,45	2,56	4,31	1,05
<i>Hura crepitans</i> SP 370308	57,99(59,59±0,77)61,18	3,86	6,48	50,71(51,79±0,52)52,87	2,62	5,06	1,15
<i>Mabea fistulifera</i> SP 476524	60,13(61,78±0,80)63,42	3,99	6,47	55,99(57,51±0,74)59,04	3,71	6,44	1,07

Tabela 1. Continuação.

<i>Mabea fistulifera</i> SP 443640	52,52(53,64±0,55)54,76	2,73	5,08	49,88(50,77±0,43)51,66	2,16	4,25	1,05
<i>Mabea fistulifera</i> SP 476526	54,52(56,43±0,93)58,35	4,65	8,23	47,81(49,15±0,65)50,48	3,24	6,59	1,14
<i>Mabea piriri</i> SP 279816	49,94(51,82±0,91)53,69	4,55	8,79	41,92(43,76±0,89)45,60	4,46	10,19	1,18
<i>Mabea piriri</i> SP 447363	52,26(53,34±0,52)54,42	2,62	4,91	47,63(48,87±0,60)50,10	3,00	6,13	1,09
<i>Mabea piriri</i> SP 472639	50,20(51,52±0,64)52,83	3,19	6,18	39,45(40,84±0,67)42,23	3,37	8,26	1,26
<i>Maprounea brasiliensis</i> SP 105842	30,62(31,40±0,38)32,17	1,89	6,01	23,03(23,62±0,29)24,22	1,44	6,11	1,32
<i>Maprounea brasiliensis</i> SP 200656	27,73(28,53±0,39)29,33	1,95	6,83	21,02(21,65±0,31)22,29	1,54	7,12	1,31
<i>Maprounea brasiliensis</i> SP 209882	25,80(26,78±0,47)27,75	2,37	8,86	17,80(18,34±0,26)18,87	1,31	7,12	1,46
<i>Maprounea guianensis</i> SP 47478	23,39(23,95±0,27)24,52	1,37	5,74	18,21(18,88±0,32)19,54	1,61	8,52	1,26
<i>Maprounea guianensis</i> SP 347057	24,37(25,31±0,46)26,26	2,29	9,05	20,49(20,97±0,24)21,46	1,18	5,60	1,20
<i>Maprounea guianensis</i> SP 443501	24,64(25,05±0,20)25,46	0,99	3,96	17,44(17,90±0,23)18,37	1,13	6,32	1,39
<i>Microstachys anisodonta</i> SP 443617	32,96(33,63±0,33)34,30	1,63	4,85	32,04(32,56±0,25)33,07	1,25	3,85	1,03
<i>Microstachys bidentata</i> SP 442650	26,24(27,24±0,49)28,24	2,43	8,92	25,68(26,65±0,47)27,62	2,36	8,86	1,02
<i>Microstachys bidentata</i> SP 447096	27,09(27,70±0,29)28,31	1,47	5,32	25,74(26,29±0,27)26,85	1,35	5,12	1,05
<i>Microstachys bidentata</i> SP 472280	22,56(23,31±0,37)24,07	1,83	7,85	22,32(23,01±0,33)23,70	1,67	7,27	1,01
<i>Microstachys corniculata</i> SP 335622	30,47(31,39±0,45)32,32	2,25	7,16	28,34(29,47±0,55)30,59	2,73	9,26	1,07
<i>Microstachys corniculata</i> SP 443042	32,37(33,58±0,59)34,80	2,96	8,80	31,36(32,14±0,38)32,92	1,90	5,90	1,04
<i>Microstachys corniculata</i> SP 472551	28,29(29,66±0,67)31,04	3,33	11,21	28,48(29,51±0,50)30,55	2,51	8,52	1,01
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 311809	24,84(25,73±0,43)26,62	2,16	8,39	24,14(24,77±0,30)25,39	1,52	6,13	1,04
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 316971	26,84(27,41±0,27)27,97	1,37	5,01	27,26(27,72±0,22)28,17	1,10	3,96	0,99
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 359993	27,67(28,48±0,39)29,28	1,95	6,84	26,53(26,98±0,22)27,42	1,09	4,02	1,06
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 326968	23,68(24,37±0,33)25,06	1,67	6,87	24,36(24,95±0,29)25,54	1,44	5,78	0,98
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 441766	27,42(28,20±0,38)28,99	1,90	6,75	24,47(24,93±0,22)25,38	1,10	4,43	1,13
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 1487965	29,58(30,43±0,41)31,28	2,07	6,79	29,57(30,07±0,24)30,57	1,21	4,01	1,01

Tabela 1. Continuação.

<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 262296	29,02(30,05±0,50)31,08	2,50	8,31	26,77(27,40±0,31)28,04	1,54	5,61	1,10
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 452608	31,06(32,03±0,47)32,99	2,34	7,31	25,48(26,05±0,28)26,62	1,38	5,30	1,23
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 471001	31,98(32,70±0,35)33,42	1,75	5,35	27,71(28,35±0,31)28,99	1,55	5,48	1,15
<i>Microstachys marginata</i> SP 443603	32,15(32,62±0,23)33,08	1,14	3,48	26,27(27,67±0,68)29,06	3,38	12,23	1,18
<i>Microstachys nummularifolia</i> SP 443601	26,93(28,18±0,61)29,42	3,03	10,75	23,02(23,94±0,44)24,85	2,22	9,25	1,18
<i>Microstachys revoluta</i> SP 452820	26,94(27,92±0,48)28,90	2,38	8,54	27,07(27,91±0,41)28,74	2,04	7,29	1,00
<i>Microstachys salicifolia</i> SP 442663	33,16(33,55±0,19)33,94	0,94	2,81	28,45(28,87±0,20)29,29	1,02	3,54	1,16
<i>Microstachys salicifolia</i> SP 443607	26,92(28,05±0,55)29,17	2,73	9,74	25,42(26,25±0,40)27,08	2,01	7,67	1,06
<i>Pachystroma longifolium</i> SP 259572	39,32(40,36±0,50)41,39	2,52	6,24	38,71(39,43±0,35)40,15	1,74	4,42	1,02
<i>Pachystroma longifolium</i> SP 292197	42,06(42,87±0,39)43,68	1,96	4,58	32,09(32,86±0,38)33,64	1,89	5,74	1,30
<i>Pachystroma longifolium</i> SP 293429	46,99(48,95±0,95)50,90	4,74	9,69	42,22(44,22±0,97)46,22	4,85	10,97	1,10
<i>Pleradenophora membranifolia</i> SP 106137	26,53(27,35±0,39)28,16	1,97	7,21	22,22(22,98±0,37)23,74	1,85	8,03	1,18
<i>Pleradenophora membranifolia</i> SP 268033	23,41(23,91±0,25)24,42	1,23	5,13	20,81(21,67±0,42)22,53	2,09	9,66	1,10
<i>Pleradenophora membranifolia</i> SP 269866	22,97(23,41±0,21)23,85	1,07	4,56	24,13(24,52±0,19)24,91	0,94	3,84	0,95
<i>Sapium haematospermum</i> SP 234248	45,19(47,29±1,02)49,39	5,09	10,77	31,35(32,58±0,60)33,81	2,98	9,16	1,45
<i>Sapium haematospermum</i> SP 277122	55,15(56,08±0,45)57,02	2,27	4,04	34,78(35,44±0,32)36,10	1,60	4,51	1,58
<i>Sapium haematospermum</i> SP 315191	47,28(48,96±0,82)50,65	4,10	8,37	30,36(32,39±0,99)34,42	4,93	15,21	1,51
<i>Sapium obovatum</i> SP 248994	54,56(55,43±0,43)56,31	2,13	3,84	35,40(36,56±0,56)37,71	2,81	7,68	1,51
<i>Sapium obovatum</i> SP 321877	48,28(49,25±0,47)50,21	2,35	4,76	33,06(33,65±0,29)34,24	1,44	4,27	1,46
<i>Sapium obovatum</i> SP 470990	47,67(48,68±0,49)49,68	2,43	5,00	35,66(36,72±0,52)37,78	2,58	7,02	1,32
<i>Sebastiania brasiliensis</i> SP 219196	40,74(41,77±0,50)42,80	2,50	5,98	32,17(33,12±0,46)34,08	2,31	6,98	1,26
<i>Sebastiania brasiliensis</i> SP 335145	39,40(40,79±0,68)42,18	3,38	8,28	34,86(35,84±0,48)36,82	2,38	6,65	1,13
<i>Sebastiania brasiliensis</i> SP 360000	41,00(41,80±0,39)42,60	1,94	4,64	35,81(36,49±0,33)37,18	1,66	4,55	1,14
<i>Sebastiania brevifolia</i> SP 452822	33,65(34,68±0,50)35,70	2,48	7,17	29,53(30,68±0,56)31,83	2,80	9,12	1,13

Tabela 1. Continuação.

<i>Sebastiania brevifolia</i> SP 443604	26,14(26,96±0,39)27,77	1,97	7,31	22,25(22,74±0,24)23,23	1,18	5,21	1,18
<i>Sebastiania brevifolia</i> SP 474187	31,10(31,98±0,43)32,86	2,13	6,67	27,81(28,91±0,54)30,02	2,68	9,28	1,10
<i>Senefeldera verticillata</i> SP 37863	30,30(31,50±0,58)32,70	2,92	9,26	28,23(28,82±0,28)29,40	1,42	4,94	1,09
<i>Senefeldera verticillata</i> SP 327089	29,46(30,11±0,32)30,76	1,58	5,25	29,74(30,21±0,23)30,69	1,16	3,84	0,99
<i>Senefeldera verticillata</i> SP 383918	26,89(27,65±0,37)28,41	1,85	6,68	23,19(24,02±0,40)24,85	2,01	8,38	1,15
<i>Stillingia argutedentata</i> SP 472636	48,28(49,39±0,54)50,51	2,70	5,48	32,23(33,15±0,44)34,07	2,22	6,71	1,48
<i>Stillingia argutedentata</i> SP 475927	53,01(53,98±0,47)54,94	2,35	4,36	37,21(39,08±0,91)40,95	4,54	11,62	1,38
<i>Stillingia argutedentata</i> SP 476530	44,11(45,31±0,58)46,51	2,91	6,43	33,63(34,55±0,44)35,46	2,22	6,42	1,31
<i>Stillingia uleana</i> SP 452819	61,23(64,17±1,43)67,12	7,15	11,14	39,65(41,89±1,09)44,13	5,43	12,97	1,53
<i>Stillingia uleana</i> SP 476548	53,93(55,10±0,57)56,27	2,84	5,16	38,37(39,28±0,44)40,19	2,21	5,62	1,40
<i>Stillingia uleana</i> SP 487959	55,05(57,09±0,99)59,13	4,95	8,67	39,51(40,96±0,71)42,42	3,53	8,61	1,39
<i>Triadica sebifera</i> SP 312927	48,04(49,15±0,54)50,26	2,69	5,48	36,69(38,02±0,65)39,35	3,23	8,50	1,29

Tabela 2. Medidas (em micrômetros) do eixo equatorial em vista polar, largura da área polar/apocolpo e índice da área polar dos grãos de pólen de espécimes das Tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae. Índice da Área Polar (IAP): 0 sem área polar; < 0,25 ectoabertura muito longa; 0,25 a 0,50 abertura longa; 0,50 a 0,75 abertura curta; > 0,75 ectoabertura muito curta.

Espécimes	Eixo Equatorial em Vista Polar			Área Polar/Apocolpo			IAP
	ICi(x±sx)ICf	s	V%	ICi(x±sx)ICf	s	V%	
<i>Actinostemon klotzschii</i> SP 4354	39,94(41,34±0,63)42,75	5,15	12,45	5,43(5,71±0,13)5,99	1,03	17,99	0,13
<i>Actinostemon klotzschii</i> SP 54963	37,09(37,93±0,40)38,77	2,27	5,97	5,10(5,51±0,20)5,92	1,10	20,04	0,14
<i>Actinostemon klotzschii</i> SP 74523	37,93(39,33±0,66)40,73	4,30	10,94	5,82(6,05±0,11)6,28	0,71	11,72	0,15
<i>Actinostemon verticillatus</i> SP 425809	28,81(29,62±0,39)30,43	1,96	6,62	4,38(4,81±0,21)5,24	1,04	21,71	0,16
<i>Actinostemon verticillatus</i> SP 425813	29,84(30,69±0,41)31,54	2,06	6,72	5,47(5,86±0,19)6,25	0,95	16,23	0,19
<i>Actinostemon verticillatus</i> SP 487911	32,38(33,12±0,36)33,85	1,79	5,41	4,45(4,82±0,18)5,20	0,91	18,86	0,14
<i>Algermonia brasiliensis</i> SP 4576	28,69(29,66±0,47)30,64	2,37	7,98	3,72(4,10±0,18)4,47	0,90	21,95	0,13
<i>Algermonia brasiliensis</i> SP 269064	28,22(28,79±0,28)29,35	1,38	4,80	3,61(3,87±0,12)4,12	0,62	15,92	0,13
<i>Algermonia leandrii</i> SP 279877	28,29(29,03±0,36)29,77	1,79	6,16	4,67(5,07±0,19)5,48	0,97	19,20	0,17
<i>Algermonia leandrii</i> SP 369146	31,15(31,85±0,34)32,54	1,68	5,28	4,03(4,38±0,17)4,73	0,84	19,20	0,13
<i>Algermonia leandrii</i> SP 429491	30,75(31,29±0,25)31,83	1,66	5,30	4,38(4,71±0,15)5,04	1,01	21,41	0,15
<i>Colliguaja brasiliensis</i> SP 474033	30,72(31,15±0,21)31,57	1,03	3,30	5,97(6,22±0,12)6,47	0,61	9,84	0,19
<i>Gymnanthes multiramea</i> SP 290901	18,81(19,24±0,21)19,67	1,04	5,42	3,26(3,45±0,09)3,64	0,47	13,53	0,17
<i>Gymnanthes multiramea</i> SP 311783	20,08(20,70±0,30)21,31	1,48	7,17	3,38(3,75±0,18)4,11	0,89	23,67	0,18
<i>Gymnanthes multiramea</i> SP 488252	17,56(18,18±0,30)18,81	1,51	8,32	3,43(3,80±0,18)4,17	0,90	23,68	0,20
<i>Gymnanthes schottiana</i> SP 183924	20,96(21,54±0,28)22,13	1,42	6,59	2,94(3,19±0,12)3,43	0,59	18,63	0,14
<i>Gymnanthes schottiana</i> SP 259088	21,97(22,66±0,34)23,36	1,69	7,44	2,99(3,42±0,21)3,85	1,05	30,66	0,15
<i>Gymnanthes schottiana</i> SP 292050	22,05(22,71±0,32)23,37	1,59	7,01	2,98(3,26±0,13)3,53	0,67	20,68	0,14
<i>Hura crepitans</i> SP 46150	58,66(59,82±0,52)60,98	4,25	7,11	16,66(17,75±0,49)18,84	3,99	22,50	0,29
<i>Hura crepitans</i> SP 75914	58,07(59,28±0,54)60,48	4,41	7,45	17,08(18,03±0,43)18,97	3,47	19,27	0,30
<i>Hura crepitans</i> SP 370308	49,59(50,25±0,30)50,92	2,43	4,83	12,98(13,51±0,24)14,04	1,94	14,39	0,26

Tabela 2. Continuação.

<i>Mabea fistulifera</i> SP 476524	57,06(58,33±0,62)59,60	3,09	5,29	13,16(14,08±0,45)15,01	2,25	15,98	0,24
<i>Mabea fistulifera</i> SP 443640	49,34(50,63±0,60)51,93	4,11	8,11	12,02(12,57±0,26)13,12	1,74	13,82	0,24
<i>Mabea fistulifera</i> SP 476526	50,67(51,60±0,42)52,52	3,39	6,57	9,39(9,75±0,16)10,10	1,31	13,41	0,18
<i>Mabea piriri</i> SP 279816	44,90(46,06±0,52)47,21	4,22	9,16	7,14(7,95±0,36)8,75	2,95	37,11	0,17
<i>Mabea piriri</i> SP 447363	48,71(49,75±0,51)50,79	2,54	5,10	8,22(8,98±0,37)9,74	1,84	20,47	0,18
<i>Mabea piriri</i> SP 472639	49,17(50,11±0,43)51,05	3,18	6,34	9,45(10,05±0,28)10,66	2,05	20,39	0,20
<i>Maprounea brasiliensis</i> SP 105842	23,85(24,26±0,19)24,67	1,26	5,19	3,63(3,88±0,12)4,13	0,76	19,70	0,16
<i>Maprounea brasiliensis</i> SP 200656	20,30(20,56±0,12)20,82	0,95	4,61	2,94(3,20±0,12)3,46	0,95	29,77	0,15
<i>Maprounea brasiliensis</i> SP 209882	19,83(20,88±0,45)21,94	4,46	21,38	3,31(3,69±0,16)4,07	1,59	43,23	0,17
<i>Maprounea guianensis</i> SP 47478	19,05(19,44±0,18)19,84	1,45	7,45	2,86(3,07±0,09)3,27	0,74	24,09	0,15
<i>Maprounea guianensis</i> SP 347057	20,70(21,33±0,31)21,96	1,53	7,16	3,39(3,74±0,17)4,09	0,84	22,56	0,17
<i>Maprounea guianensis</i> SP 443501	17,86(18,31±0,22)18,76	1,09	5,97	2,31(2,58±0,13)2,85	0,66	25,78	0,14
<i>Microstachys anisodonta</i> SP 443617	32,34(32,95±0,26)33,55	2,41	7,32	2,80(2,92±0,05)3,04	0,48	16,52	0,08
<i>Microstachys bidentata</i> SP 442650	25,20(26,04±0,41)26,88	2,04	7,82	2,28(2,61±0,16)2,93	0,79	30,43	0,10
<i>Microstachys bidentata</i> SP 447096	24,00(24,32±0,14)24,63	1,15	4,73	3,14(3,28±0,06)3,43	0,53	16,11	0,13
<i>Microstachys bidentata</i> SP 472280	21,21(22,04±0,37)22,87	3,03	13,75	2,73(2,87±0,06)3,02	0,52	17,99	0,13
<i>Microstachys corniculata</i> SP 335622	30,27(30,75±0,22)31,24	1,78	5,79	2,60(2,74±0,06)2,88	0,51	18,60	0,08
<i>Microstachys corniculata</i> SP 443042	28,10(28,88±0,35)29,66	2,86	9,89	3,38(3,52±0,06)3,65	0,51	14,38	0,12
<i>Microstachys corniculata</i> SP 472551	28,32(28,95±0,29)29,58	2,00	6,91	3,46(3,73±0,12)4,00	0,85	22,76	0,12
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 311809	22,88(23,33±0,20)23,78	1,64	7,03	2,76(2,89±0,06)3,02	0,48	16,59	0,12
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 316971	26,01(26,43±0,19)26,86	1,55	5,88	3,37(3,47±0,04)3,56	0,33	9,56	0,13
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 359993	25,49(26,29±0,38)27,09	2,46	9,35	2,70(2,83±0,06)2,96	0,40	14,06	0,10
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 326968	20,50(21,02±0,23)21,53	1,87	8,92	2,37(2,53±0,07)2,70	0,60	23,63	0,12
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 441766	23,88(24,18±0,14)24,49	1,12	4,65	2,77(2,87±0,04)2,96	0,36	12,57	0,11

Tabela 2. Continuação.

<i>Microstachys glandulosa</i> SP 1487965	29,26(29,82±0,25)30,38	2,05	6,88	3,02(3,12±0,05)3,23	0,39	12,59	0,10
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 262296	25,43(26,36±0,42)27,30	3,43	13,00	3,18(5,39±0,99)7,60	8,08	19,08	0,20
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 452608	20,91(21,66±0,35)22,40	2,29	10,59	2,96(3,09±0,06)3,21	0,38	12,47	0,14
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 471001	25,17(25,64±0,22)26,12	1,42	5,53	2,83(2,95±0,05)3,06	0,34	11,44	0,11
<i>Microstachys marginata</i> SP 443603	28,83(29,24±0,19)29,66	1,36	4,65	3,37(3,47±0,05)3,56	0,32	9,28	0,11
<i>Microstachys nummularifolia</i> SP 443601	22,14(22,80±0,31)23,46	2,10	9,19	3,20(3,37±0,08)3,54	0,55	16,23	0,14
<i>Microstachys revoluta</i> SP 452820	24,41(25,07±0,30)25,72	2,15	8,57	3,35(3,50±0,07)3,65	0,50	14,25	0,13
<i>Microstachys salicifolia</i> SP 442663	26,76(27,50±0,34)28,25	2,53	9,21	2,92(3,00±0,04)3,08	0,26	8,62	0,10
<i>Microstachys salicifolia</i> SP 443607	26,32(26,66±0,15)27,00	1,20	4,48	2,52(2,64±0,05)2,75	0,40	15,04	0,09
<i>Pachystroma longifolium</i> SP 259572	38,22(38,83±0,30)39,44	1,49	3,83	5,17(5,64±0,23)6,12	1,16	20,47	0,14
<i>Pachystroma longifolium</i> SP 292197	33,58(34,46±0,42)35,33	2,12	6,16	4,72(5,14±0,21)5,57	1,03	20,03	0,14
<i>Pachystroma longifolium</i> SP 293429	43,13(44,14±0,49)45,14	2,45	5,54	6,86(7,34±0,23)7,82	1,16	15,87	0,16
<i>Pleradenophora membranifolia</i> SP 106137	25,03(25,42±0,19)25,80	0,94	3,70	4,87(5,18±0,15)5,49	0,75	14,53	0,20
<i>Pleradenophora membranifolia</i> SP 268033	22,18(22,60±0,21)23,02	1,03	4,54	3,81(4,14±0,16)4,47	0,80	19,40	0,18
<i>Pleradenophora membranifolia</i> SP 269866	23,69(24,65±0,46)25,61	2,32	9,41	3,91(4,29±0,18)4,67	0,92	21,49	0,17
<i>Sapium haematospermum</i> SP 234248	26,97(27,45±0,21)27,92	1,74	6,33	5,05(5,27±0,10)5,49	0,80	15,14	0,19
<i>Sapium haematospermum</i> SP 277122	36,74(37,35±0,28)37,97	2,08	5,57	6,79(7,18±0,18)7,58	1,33	18,48	0,19
<i>Sapium haematospermum</i> SP 315191	30,13(31,00±0,40)31,87	2,85	9,19	5,53(5,98±0,21)6,43	1,47	24,63	0,19
<i>Sapium obovatum</i> SP 248994	38,48(38,87±0,17)39,25	1,41	3,62	4,97(5,20±0,10)5,42	0,82	15,85	0,13
<i>Sapium obovatum</i> SP 321877	32,28(33,00±0,35)33,71	1,74	5,27	4,93(5,27±0,17)5,62	0,85	16,04	0,15
<i>Sapium obovatum</i> SP 470990	37,50(38,64±0,55)39,78	2,76	7,15	5,14(5,50±0,18)5,87	0,88	16,03	0,14
<i>Sebastiania brasiliensis</i> SP 219196	36,02(36,97±0,46)37,91	2,30	6,21	5,39(5,82±0,21)6,26	1,05	18,00	0,15
<i>Sebastiania brasiliensis</i> SP 335145	36,00(36,91±0,44)37,81	2,19	5,93	5,28(5,66±0,18)6,04	0,92	16,30	0,15
<i>Sebastiania brasiliensis</i> SP 360000	37,16(37,93±0,37)38,70	1,87	4,93	5,43(5,75±0,15)6,07	0,77	13,45	0,15

Tabela 2. Continuação.

<i>Sebastiania brevifolia</i> SP 452822	30,44(31,58±0,55)32,72	2,77	8,78	5,84(6,24±0,19)6,64	0,97	15,57	0,19
<i>Sebastiania brevifolia</i> SP 443604	21,29(22,13±0,40)22,96	2,30	10,41	4,74(5,20±0,22)5,65	1,24	23,94	0,23
<i>Sebastiania brevifolia</i> SP 474187	25,90(26,75±0,40)27,60	2,38	8,90	4,66(4,95±0,14)5,24	0,81	16,33	0,18
<i>Senefeldera verticillata</i> SP 37863	27,81(28,36±0,27)28,91	1,34	4,73	5,38(5,91±0,26)6,44	1,29	21,76	0,20
<i>Senefeldera verticillata</i> SP 327089	27,92(28,53±0,29)29,13	1,46	5,13	5,68(5,97±0,14)6,27	0,71	11,96	0,20
<i>Senefeldera verticillata</i> SP 383918	24,09(24,46±0,18)24,84	0,91	3,73	3,97(4,49±0,25)5,00	1,25	27,92	0,18
<i>Stillingia argutedentata</i> SP 472636	34,85(35,49±0,29)36,13	2,34	6,60	5,01(5,21±0,09)5,41	0,73	14,03	0,14
<i>Stillingia argutedentata</i> SP 475927	44,30(45,54±0,58)46,78	3,81	8,36	5,67(5,95±0,13)6,23	0,87	14,53	0,13
<i>Stillingia argutedentata</i> SP 476530	34,59(35,50±0,44)36,40	2,19	6,18	5,66(6,05±0,19)6,44	0,95	15,62	0,17
<i>Stillingia uleana</i> SP 452819	53,05(53,23±0,06)53,41	0,96	1,80	2,53(2,67±0,04)2,80	0,73	27,24	0,05
<i>Stillingia uleana</i> SP 476548	36,53(37,06±0,24)37,59	1,95	5,26	5,51(5,81±0,14)6,12	1,11	19,14	0,15
<i>Stillingia uleana</i> SP 487959	42,22(43,40±0,56)44,58	3,44	7,92	6,19(6,39±0,10)6,60	0,61	9,49	0,14
<i>Triadica sebifera</i> SP 312927	39,33(40,18±0,39)41,03	2,89	7,19	6,97(7,27±0,14)7,58	1,03	14,21	0,18

Tabela 3. Medidas (em micrômetros) da espessura da nexina e sexina, largura da *cavea*, largura de margem do cólporo, índice de largura da margem do cólporo, largura e comprimento dos cólporos, índice de largura do cólporo, largura e comprimento das endoaberturas e índice da endoabertura dos grãos de pólen de espécimes das Tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae. Índice de largura da margem (ILM): entre 5,00 e 24,00- larga; entre 24,01 e 51,00- mediana; entre 51,01 e 133,00- estreita. Índice da largura do cólporo (ILC): $\leq 5,00$ - colpos muito largos; entre 5,00 e 7,00- colpos largos, $\geq 7,00$ - colpos estreitos). Índice do comprimento da endoabertura (ICE): $\geq 4,00$ endoabertura lalongada, $\leq 3,99$ endoabertura muito lalongada.

Espécimes				Largura da margem do cólporo	ILM	Cólporo Largura-Comprimento	ILC	Endoabertura Largura-Comprimento	ICE
	Nexina	Sexina	Cavea						
<i>Actinostemon klotzschii</i> SP 4354	0,36	1,68	-	0,62	53,12	1,06-28,72	31,08	4,38-6,96	4,73
<i>Actinostemon klotzschii</i> SP 54963	0,36	1,70	-	0,59	58,57	1,02-32,42	33,88	5,61-6,32	5,47
<i>Actinostemon klotzschii</i> SP 74523	0,40	1,47	-	0,64	53,64	0,96-35,77	35,76	3,58-5,38	6,38
<i>Actinostemon verticillatus</i> SP 425809	0,31	1,47	-	0,51	57,90	2,20-23,93	13,42	5,76-6,67	4,43
<i>Actinostemon verticillatus</i> SP 425813	0,41	1,29	-	0,42	71,78	1,98-25,11	15,23	5,03-4,91	6,14
<i>Actinostemon verticillatus</i> SP 487911	0,38	1,33	-	0,45	74,11	0,76-26,61	43,88	4,56-5,42	6,15
<i>Algeronia brasiliensis</i> SP 4576	0,36	1,49	-	0,81	34,76	0,74-31,03	38,05	2,17-5,53	5,09
<i>Algeronia brasiliensis</i> SP 269064	0,38	1,48	-	0,53	53,83	0,72-27,39	39,63	2,11-6,36	4,49
<i>Algeronia leandrii</i> SP 279877	0,33	1,42	-	0,42	63,73	0,67-25,26	39,96	2,14-5,41	4,95
<i>Algeronia leandrii</i> SP 369146	0,43	1,53	-	0,46	69,17	1,08-29,17	29,46	2,79-7,37	4,32
<i>Algeronia leandrii</i> SP 429491	0,41	1,91	-	0,44	65,06	0,95-30,03	30,14	3,63-5,59	5,12
<i>Colliguaja brasiliensis</i> SP 474033	0,40	0,82	-	3,34	9,46	1,05-23,71	30,10	2,87-11,37	2,78
<i>Gymnanthes multiramea</i> SP 290901	0,41	1,55	-	1,53	12,90	0,82-14,99	24,07	1,33-5,42	3,64
<i>Gymnanthes multiramea</i> SP 311783	0,32	1,11	-	1,53	11,90	0,77-16,16	23,65	0,91-4,31	4,23
<i>Gymnanthes multiramea</i> SP 488252	0,51	1,68	-	1,91	10,27	1,37-17,05	14,32	1,16-3,47	5,65
<i>Gymnanthes schottiana</i> SP 183924	0,36	1,24	-	0,67	32,43	0,72-18,09	30,18	1,64-4,11	5,29
<i>Gymnanthes schottiana</i> SP 259088	0,28	1,25	-	0,66	35,81	0,81-20,19	29,19	1,90-4,79	4,94
<i>Gymnanthes schottiana</i> SP 292050	0,31	1,22	-	0,68	33,66	0,71-19,82	32,24	1,54-4,17	5,49
<i>Hura crepitans</i> SP 46150	0,36	4,49	-	0,45	132,26	0,78-39,15	76,31	6,22-21,90	2,72

Tabela 3. Continuação.

<i>Hura crepitans</i> SP 75914	0,42	3,08	-	0,56	106,07	1,07-46,36	55,51	8,31-14,94	3,98
<i>Hura crepitans</i> SP 370308	0,34	1,82	-	0,49	105,69	0,71-51,01	72,94	6,25-17,53	2,95
<i>Mabea fistulifera</i> SP 476524	0,40	1,97	-	0,76	75,67	0,68-52,14	84,57	8,78-15,06	3,82
<i>Mabea fistulifera</i> SP 443640	0,58	2,83	-	0,94	54,01	1,44-41,47	35,26	7,26-21,57	2,35
<i>Mabea fistulifera</i> SP 476526	0,44	3,11	-	0,89	55,22	0,64-43,92	76,80	4,41-16,54	2,97
<i>Mabea piriri</i> SP 279816	0,37	2,09	-	0,56	78,14	1,08-40,73	40,52	4,93-9,22	4,75
<i>Mabea piriri</i> SP 447363	0,40	1,93	-	0,66	74,04	0,83-43,09	58,88	5,61-10,63	4,60
<i>Mabea piriri</i> SP 472639	0,41	2,18	-	0,69	59,18	0,82-42,70	49,80	5,36-9,50	4,30
<i>Maprounea brasiliensis</i> SP 105842	0,33	1,13	-	1,32	17,89	0,82-25,99	28,80	1,62-6,29	3,76
<i>Maprounea brasiliensis</i> SP 200656	0,32	1,32	-	0,86	25,17	0,81-22,68	26,73	2,02-5,66	3,83
<i>Maprounea brasiliensis</i> SP 209882	0,34	1,15	-	0,93	19,72	0,65-21,68	28,22	1,76-4,41	4,16
<i>Maprounea guianensis</i> SP 47478	0,38	1,60	-	0,39	48,41	0,78-18,11	24,21	1,27-4,61	4,10
<i>Maprounea guianensis</i> SP 347057	0,41	1,20	-	0,35	59,91	1,05-19,93	19,97	2,42-5,97	3,51
<i>Maprounea guianensis</i> SP 443501	0,37	1,22	-	0,43	41,52	0,81-19,88	22,10	2,84-5,62	3,19
<i>Microstachys anisodonta</i> SP 443617	0,40	3,31	0,84	1,78	18,29	1,43-23,80	22,77	1,46-6,60	4,93
<i>Microstachys bidentata</i> SP 442650	0,45	2,54	0,66	2,46	10,83	1,17-21,22	22,78	1,54-4,04	6,60
<i>Microstachys bidentata</i> SP 447096	0,41	2,57	0,85	2,40	10,95	1,48-17,74	17,76	1,51-4,76	5,52
<i>Microstachys bidentata</i> SP 472280	0,46	2,32	0,78	2,16	10,65	1,60-14,74	14,38	1,46-4,03	5,71
<i>Microstachys corniculata</i> SP 335622	0,37	2,28	0,76	3,30	8,93	1,62-22,85	18,19	1,83-8,08	3,65
<i>Microstachys corniculata</i> SP 443042	0,38	3,39	0,76	2,91	11,04	1,71-21,35	18,80	1,68-7,12	4,51
<i>Microstachys corniculata</i> SP 472551	0,40	2,21	0,75	5,29	5,57	1,47-19,41	20,07	1,67-8,55	3,45
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 311809	0,38	2,08	0,70	3,04	8,14	1,05-18,99	23,59	1,51-5,61	4,42
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 316971	0,37	1,78	0,75	2,97	9,33	1,25-20,73	22,18	1,50-6,53	4,25
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 359993	0,42	2,18	0,79	3,58	7,53	1,48-21,72	18,23	1,55-6,79	3,97

Tabela 3. Continuação.

<i>Microstachys glandulosa</i> SP 326968	0,43	2,49	0,90	2,90	8,60	1,56-17,60	15,99	1,43-6,27	3,98
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 441766	0,31	2,31	0,82	2,19	11,38	1,29-21,57	19,33	1,32-4,90	5,09
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 1487965	0,36	2,84	0,63	3,12	9,63	1,47-22,11	20,46	1,50-5,29	5,68
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 262296	0,34	2,28	0,67	2,50	10,96	1,14-22,28	24,04	1,22-5,27	5,20
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 452608	0,44	2,51	0,89	2,46	10,58	1,25-23,35	20,84	1,45-6,81	3,83
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 471001	0,42	2,89	0,86	2,54	11,16	1,08-24,51	26,25	1,29-5,99	4,73
<i>Microstachys marginata</i> SP 443603	0,44	3,12	0,73	3,30	8,38	0,89-22,79	31,09	0,97-6,63	4,17
<i>Microstachys nummularifolia</i> SP 443601	0,49	2,34	0,76	1,95	12,27	1,16-19,82	20,64	0,92-4,26	5,62
<i>Microstachys revoluta</i> SP 452820	0,51	2,69	0,88	1,17	23,85	1,28-20,02	21,80	1,23-7,07	3,95
<i>Microstachys salicifolia</i> SP 442663	0,58	2,84	0,85	2,04	14,15	1,21-25,33	23,86	1,22-6,01	4,80
<i>Microstachys salicifolia</i> SP 443607	0,40	2,91	0,80	2,85	9,21	1,07-18,92	24,53	1,01-5,44	4,83
<i>Pachystroma longifolium</i> SP 259572	0,35	2,02	-	0,56	70,41	0,67-31,00	58,85	3,54-6,71	5,88
<i>Pachystroma longifolium</i> SP 292197	0,47	2,51	-	0,51	64,43	0,93-34,00	35,33	5,01-5,56	5,91
<i>Pachystroma longifolium</i> SP 293429	0,34	2,29	-	0,56	78,96	0,63-39,78	70,19	5,42-10,93	4,05
<i>Pleradenophora membranifolia</i> SP 106137	0,35	1,19	-	0,45	51,06	0,88-21,20	26,11	3,35-4,90	4,69
<i>Pleradenophora membranifolia</i> SP 268033	0,33	1,24	-	0,48	45,14	0,90-18,18	24,08	1,75-5,57	3,89
<i>Pleradenophora membranifolia</i> SP 269866	0,30	0,83	-	0,47	52,17	0,73-17,78	33,59	2,31-4,67	5,25
<i>Sapium haematospermum</i> SP 234248	0,38	1,49	-	0,44	74,04	0,80-42,76	40,73	1,30-26,58	1,23
<i>Sapium haematospermum</i> SP 277122	0,50	1,73	-	0,49	72,32	0,87-46,66	40,74	3,00-22,42	1,58
<i>Sapium haematospermum</i> SP 315191	0,39	2,31	-	0,37	87,54	0,92-38,77	35,21	1,32-17,48	1,85
<i>Sapium obovatum</i> SP 248994	0,34	2,02	-	0,59	61,96	0,62-47,61	58,97	2,59-15,99	2,29
<i>Sapium obovatum</i> SP 321877	0,37	2,01	-	0,65	51,76	0,69-42,03	48,77	3,22-17,28	1,95
<i>Sapium obovatum</i> SP 470990	0,37	2,33	-	0,65	56,49	0,62-39,54	59,23	2,74-18,28	2,01
<i>Sebastiania brasiliensis</i> SP 219196	0,35	1,48	-	0,62	53,41	0,64-33,30	51,75	1,57-11,03	3,00

Tabela 3. Continuação.

<i>Sebastiania brasiliensis</i> SP 335145	0,38	1,50	-	0,69	51,94	0,77-32,00	46,55	1,81-9,21	3,89
<i>Sebastiania brasiliensis</i> SP 360000	0,38	1,51	-	0,59	61,84	0,73-34,66	49,99	2,11-11,39	3,20
<i>Sebastiania brevifolia</i> SP 452822	0,37	1,60	-	0,70	43,82	0,85-26,20	36,09	2,40-9,42	3,26
<i>Sebastiania brevifolia</i> SP 443604	0,45	1,70	-	1,58	14,39	1,22-18,33	18,64	1,32-6,52	3,49
<i>Sebastiania brevifolia</i> SP 474187	0,49	2,51	-	2,63	10,99	1,02-23,60	28,34	0,81-5,87	4,93
<i>Senefeldera verticillata</i> SP 37863	0,37	1,55	-	0,45	64,04	0,79-24,26	36,48	5,23-5,91	4,88
<i>Senefeldera verticillata</i> SP 327089	0,41	1,87	-	0,43	70,25	1,54-21,36	19,62	5,47-8,92	3,39
<i>Senefeldera verticillata</i> SP 383918	0,32	1,50	-	0,46	52,21	0,72-20,83	33,36	1,80-6,80	3,53
<i>Stillingia argutedentata</i> SP 472636	0,43	2,51	-	0,54	61,38	0,61-40,06	54,34	2,14-11,12	2,98
<i>Stillingia argutedentata</i> SP 475927	0,40	2,18	-	0,71	55,04	0,57-43,58	68,56	2,06-14,37	2,72
<i>Stillingia argutedentata</i> SP 476530	0,36	1,97	-	0,66	52,34	0,69-37,34	50,07	1,96-12,39	2,79
<i>Stillingia uleana</i> SP 452819	0,40	3,04	-	0,65	64,44	0,93-57,78	45,04	3,33-20,87	2,01
<i>Stillingia uleana</i> SP 476548	0,50	3,25	-	0,75	52,37	0,95-46,89	41,35	3,17-16,22	2,42
<i>Stillingia uleana</i> SP 487959	0,47	3,30	-	0,56	73,14	1,05-47,16	39,01	3,50-18,33	2,23
<i>Triadica sebifera</i> SP 312927	0,43	1,69	-	0,46	82,65	0,86-41,61	44,21	5,68-9,93	3,83

Intervalo de confiança a 95%

Analisando-se o intervalo de confiança a 95% do eixo polar em vista equatorial pode-se notar que (Figura 13):

Os valores formaram um contínuo onde destacaram-se seis grupos e dois espécimes de *Gymnanthes multiramea* (SP290901 e SP311783) distinguindo-se dos demais por apresentarem os menores grãos de pólen, separando-se inclusive do terceiro espécime analisado dessa espécie (SP488252).

O primeiro grupo iniciou-se a partir do espécime *Microstachys bidentata* SP472280 terminando no espécime *Algernonia brasiliensis* SP4576.

O segundo grupo foi formado pelos espécimes *Algernonia leandrii* SP429491 e *Pachystroma longifolium* SP259572.

O terceiro grupo iniciou-se em *Sebastiania brasiliensis* SP335145 e terminou em *Stillingia argutedentata* SP476530, sendo que *Sebastiania brasiliensis* SP219196 apresentou a maior amplitude nos limites do intervalo de confiança.

O quarto grupo iniciou-se em *Sapium haemospermum* SP234248 terminando em *Mabea piriri* SP472639, sendo *Sapium obovatum* SP470990 e *Triadica sebifera* SP312927 os espécimes que apresentaram as maiores amplitudes nos limites do intervalo de confiança.

O quinto grupo iniciou-se em *Mabea piriri* SP279816 terminando em *Stillingia uleana* SP487959, sendo *Mabea piriri* SP447363, *Mabea fistulifera* SP476526 e *Stillingia uleana* SP487959 os espécimes que apresentaram as maiores amplitudes nos limites do intervalo de confiança.

O sexto grupo distinguiu-se dos demais por apresentar os espécimes com os maiores grãos de pólen, iniciou-se em *Hura crepitans* SP370308 terminando em *Stillingia uleana* SP452819, sendo este último o espécime que apresentou os maiores grãos de pólen e também a maior amplitude nos limites do intervalo de confiança.

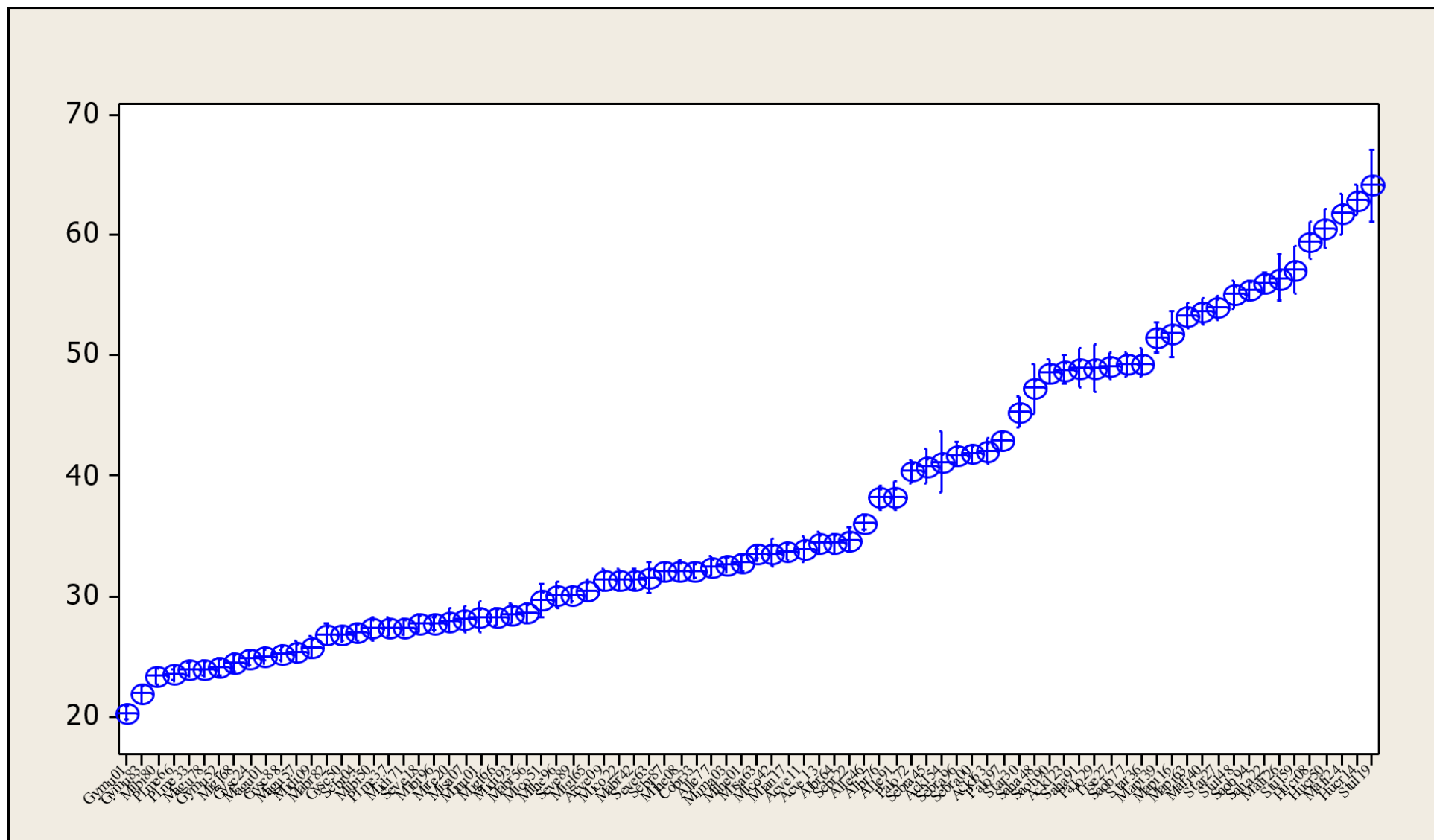


Figura 13. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95% do eixo polar em vista equatorial (EPVE) dos grãos de pólen dos espécimes das tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. Ack154= *Actinostemon klotzschii*

SP4354, Ack163= *Actinostemon klotzschii* SP54963, Ack123= *Actinostemon klotzschii* SP74523, Acve09= *Actinostemon verticillatus* SP425809, Acve13= *Actinostemon verticillatus* SP425813, Acve11= *Actinostemon verticillatus* SP487911, Albr76= *Algermonia brasiliensis* SP4576, Albr64= *Algermonia brasiliensis* SP269064, Alle77= *Algermonia leandrii* SP279877, Alle 46= *Algermonia leandrii* SP369146, Alle91= *Algermonia leandrii* SP429491, Cobr33= *Colliguaja brasiliensis* SP474033, Gymu01= *Gymnanthes multiramea* SP290901, Gymu83= *Gymnanthes multiramea* SP311783, Gymu52= *Gymnanthes multiramea* SP488252, Gysc24= *Gymnanthes schottiana* SP183924, Gysc88= *Gymnanthes schottiana* SP259088, Gysc50= *Gymnanthes schottiana* SP292050, Hucr50= *Hura crepitans* SP46150, Hucr14= *Hura crepitans* SP75914, Hucr08= *Hura crepitans* SP370308, Mafi24= *Mabea fistulifera* SP476524, Mafi40= *Mabea fistulifera* SP443640, Mafi26= *Mabea fistulifera* SP476526, Mapi16= *Mabea piriri* SP279816, Mapi63= *Mabea piriri* SP447363, Mapi39= *Mabea piriri* SP472639, Mabr42= *Maprounea brasiliensis* SP105842, Mabr56= *Maprounea brasiliensis* SP200656, Mabr82= *Maprounea brasiliensis* SP209882, Magu78= *Maprounea guianensis* SP47478, Magu57= *Maprounea guianensis* SP347057, Magu01= *Maprounea guianensis* SP443501, Mian17= *Microstachys anisodonta* SP443617, Mibi50= *Microstachys bidentata* SP442650, Mibi96= *Microstachys bidentata* SP447096, Mibi80= *Microstachys bidentata* SP472280, Mico22= *Microstachys corniculata* SP335622, Mico42= *Microstachys corniculata* SP443042, Mico51= *Microstachys corniculata* SP472551, Midi09= *Microstachys ditassoides* SP311809, Midi71= *Microstachys ditassoides* SP316971, Midi93= *Microstachys ditassoides* SP359993, Mig168= *Microstachys glandulosa* SP326968, Mig166= *Microstachys glandulosa* SP441766, Mig165= *Microstachys glandulosa* SP1487965, Mihe96= *Microstachys heterodoxa* SP262296, Mihe08= *Microstachys heterodoxa* SP452608, Mihe01= *Microstachys heterodoxa* SP471001, Mima03= *Microstachys marginata* SP443603, Minu01= *Microstachys nummularifolia* SP443601, Mire20= *Microstachys revoluta* SP452820, Misa63= *Microstachys salicifolia* SP442663, Misa07= *Microstachys salicifolia* SP443607, Palo72= *Pachystroma longifolium* SP259572, Palo97= *Pachystroma longifolium* SP292197, Palo29= *Pachystroma longifolium* SP293429, Plme37= *Pleradenophora membranifolia* SP106137, Plme33= *Pleradenophora membranifolia* SP268033, Plme66= *Pleradenophora membranifolia* SP269866, Saha48= *Sapium haematospermum* SP234248, Saha22= *Sapium haematospermum* SP277122, Saha91= *Sapium haematospermum* SP315191, Saob94= *Sapium obovatum* SP248994, Saob77= *Sapium obovatum* SP321877, Saob90= *Sapium obovatum* SP470990, Sebra96= *Sebastiania brasiliensis* SP219196, Sebra45= *Sebastiania brasiliensis* SP335145, Sebra00= *Sebastiania brasiliensis* SP360000, Sebr22= *Sebastiania brevifolia* SP452822, Sebr04= *Sebastiania brevifolia* SP443604, Sebr87= *Sebastiania brevifolia* SP474187, Seve63= *Senefeldera verticillata* SP37863, Seve89= *Senefeldera verticillata* SP327089, Seve18= *Senefeldera verticillata* SP383918, Star36= *Stillingia argutedentata* SP472636, Star27= *Stillingia argutedentata* SP475927, Star30= *Stillingia argutedentata* SP476530, Stul19= *Stillingia uleana* SP452819, Stul48= *Stillingia uleana* SP476548, Stul59= *Stillingia uleana* SP487959, Trse27= *Triadica sebifera* SP312927.

Análise de Componentes Principais (ACP)

Os espécimes analisados foram submetidos a Análise de Componentes Principais (ACP) com o objetivo de ordená-los com base em 11 variáveis métricas dos seus grãos de pólen (Figura 14). Nesta análise não foram consideradas as características qualitativas de ornamentação de sexina e de margem, presença ou não de *cavea*, etc. Os dois primeiros eixos representaram 81,54% da variabilidade total dos dados analisados. O primeiro eixo resumiu 65,76% da variância, tendo como variáveis mais correlacionadas ($>0,0043$) o eixo polar em vista equatorial (EPVE), o eixo equatorial em vista equatorial (EEVE), o eixo equatorial em vista polar (EEVP), o tamanho da área polar (AP), o comprimento do colpo (COLPC), a largura e o comprimento da endoabertura (ENDOL e ENDOC). O segundo eixo contribuiu menos (15,78%) para a ordenação, tendo como variáveis mais correlacionadas ($>0,0391$) a espessura da nexina e sexina (NEXI e SEXI), largura da margem (MARG) e largura do colpo (COLPL) (Tabela 4).

No lado inferior direito do gráfico ficaram ordenados todos os espécimes do gênero *Microstachys*, dois espécimes de *Sebastiania brevifolia* (SP443604, SP474187) e *Colliguaja brasiliensis* SP 474033, devido a maior espessura de margem e maior largura do colpo, sendo que este último apresentou também a maior espessura de nexina. Em contraste, no lado superior esquerdo do gráfico ordenaram-se todos os espécimes de *Actinostemon verticillatus* e *Actinostemon klotzchii*, dois espécimes de *Algernonia leandrii* (SP369146, SP429491), *Pachystroma longifolium* (SP259572, SP292197) e *Senefeldera verticillata* (SP37863, SP327089) e *Sebastiania brevifolia* SP452822 devido as menores margens e menor comprimento de colpo. Todos os espécimes de *Mabea piriri* mais o espécime *Pachystroma longifolium* SP293429 e *Triadica sebifera* SP312927 agruparam-se devido a maior largura de suas endoaberturas. *Mabea fistulifera* SP476524 e *Hura crepitans* SP370308 apresentaram as maiores áreas polares. Os espécimes de *Sebastiania brasiliensis* se agruparam por apresentaram medidas mais homogêneas, enquanto os espécimes de *Sebastiania brevifolia* apresentaram medidas mais heterogêneas em algumas características, principalmente a largura da margem, largura da endoabertura, espessura da sexina, tamanho da área polar, comprimento do cólporo e tamanho do pólen, espalhando-se mais pelo gráfico. O mesmo ocorreu com *Senefeldera verticillata*, cujas medidas de largura e comprimento da endoabertura, comprimento e largura do colpo, espessura da sexina e tamanho do pólen apresentaram maior amplitude entre seus espécimes.

No lado superior direito do gráfico ordenaram-se os espécimes com os menores grãos de pólen e com os menores valores de comprimento de endoabertura e espessura de sexina, agrupando-se todos os espécimes de *Gymnanthes multiramea* e *G. schottiana*, *Maprounea brasiliensis* e *M. guianensis*, *Pleradenophora membranifolia*, *Algernonia brasiliensis*, *A. leandrii* SP279877 e *Senefeldera verticillata* SP383918. Em contraste, no lado inferior esquerdo do gráfico ordenaram-se os espécimes que apresentaram os maiores grãos de pólen e também aqueles com os maiores comprimentos de colpo e endoabertura, agrupando os espécimes de *Hura crepitans* (SP46150, SP75914), *Mabea fistulifera* (SP443640, SP476526) e todos os espécimes de *Stillingia argutedentata* e *S. uleana*, *Sapium haematospermum* e *S. obovatum*.

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen dos dois primeiros eixos da ordenação pela ACP para as espécies das Tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae.

Siglas	Variáveis (significado)	Componentes principais	
		Eixo 1	Eixo 2
EPVE	Eixo polar em vista equatorial	-0.3266	-0.1505
EEVE	Eixo equatorial em vista equatorial	-0.2824	-0.1707
EEVP	Eixo equatorial em vista polar	-0.3114	-0.1218
AP	Tamanho da Área polar	-0.3879	0.1102
NEXI	Espessura da Nexina	-0.0043	-0.0391
SEXI	Espessura da Sexina	-0.0655	-0.3839
MARG	Largura da Margem	0.2676	-0.6795
COLPL	Largura do cólporo	0.0614	-0.1059
COLPC	Comprimento do cólporo	-0.3663	-0.1163
ENDOL	Largura da endoabertura	-0.3978	0.3637
ENDOC	Comprimento da endoabertura	-0.4404	-0.3919

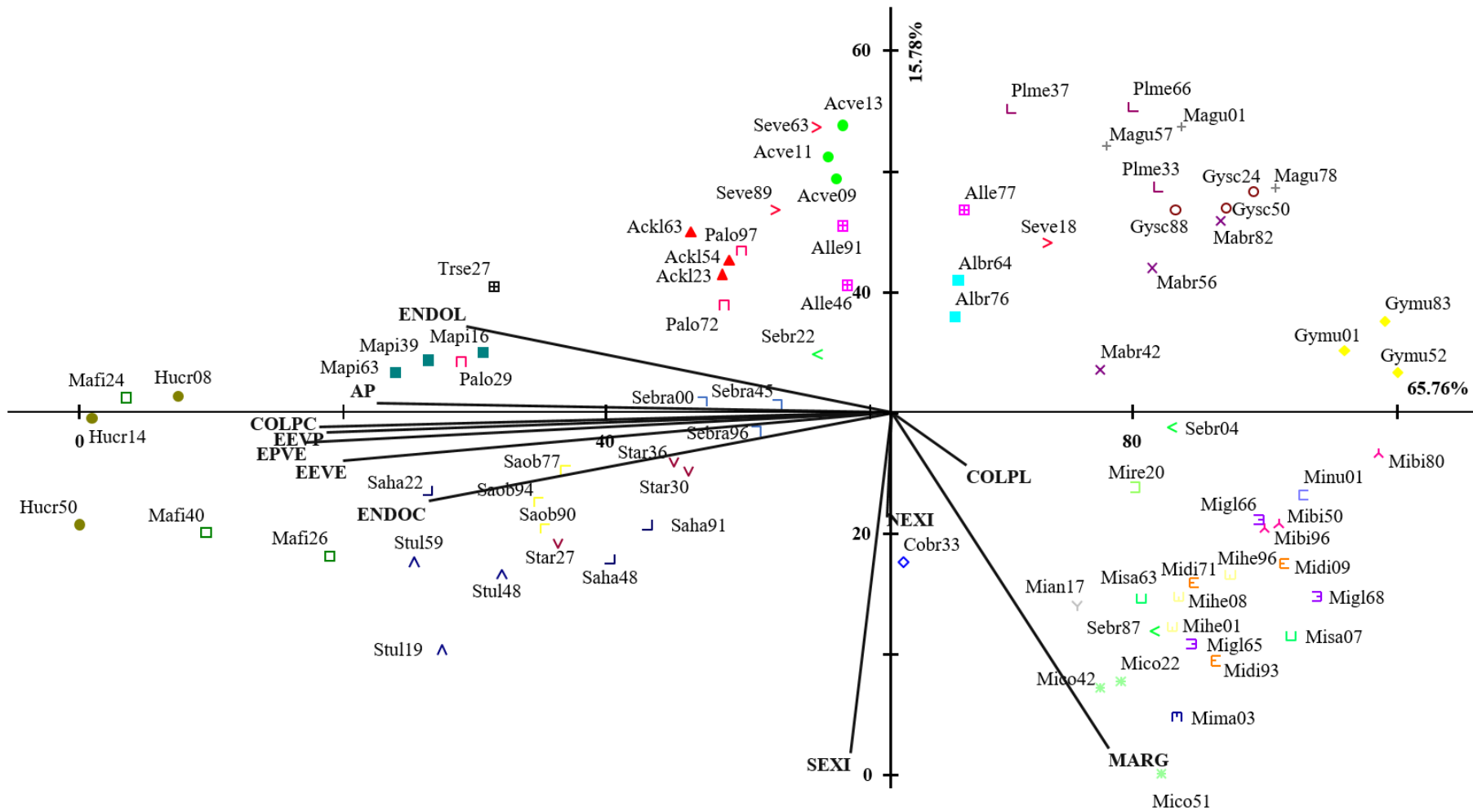


Figura 14. Ordenação pela Análise de Componentes Principais dos espécimes das Tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. Ackl154= *Actinostemon klotzschii* SP4354, Ackl63= *Actinostemon klotzschii* SP54963, Ackl23= *Actinostemon klotzschii* SP74523, Acve09= *Actinostemon verticillatus*

SP425809, Acve13= *Actinostemon verticillatus* SP425813, Acve11= *Actinostemon verticillatus* SP487911, Albr76= *Algernonia brasiliensis* SP4576, Albr64= *Algernonia brasiliensis* SP269064, Alle77= *Algernonia leandrii* SP279877, Alle 46= *Algernonia leandrii* SP369146, Alle91= *Algernonia leandrii* SP429491, Cobr33= *Colliguaja brasiliensis* SP474033, Gymu01= *Gymnanthes multiramea* SP290901, Gymu83= *Gymnanthes multiramea* SP311783, Gymu52= *Gymnanthes multiramea* SP488252, Gysc24= *Gymnanthes schottiana* SP183924, Gysc88= *Gymnanthes schottiana* SP259088, Gysc50= *Gymnanthes schottiana* SP292050, Hucr50= *Hura crepitans* SP46150, Hucr14= *Hura crepitans* SP75914, Hucr08= *Hura crepitans* SP370308, Mafi24= *Mabea fistulifera* SP476524, Mafi40= *Mabea fistulifera* SP443640, Mafi26= *Mabea fistulifera* SP476526, Mapi16= *Mabea piriri* SP279816, Mapi63= *Mabea piriri* SP447363, Mapi39= *Mabea piriri* SP472639, Mab42= *Maprounea brasiliensis* SP105842, Mab56= *Maprounea brasiliensis* SP200656, Mab82= *Maprounea brasiliensis* SP209882, Magu78= *Maprounea guianensis* SP47478, Magu57= *Maprounea guianensis* SP347057, Magu01= *Maprounea guianensis* SP443501, Mian17= *Microstachys anisodonta* SP443617, Mibi50= *Microstachys bidentata* SP442650, Mibi96= *Microstachys bidentata* SP447096, Mibi80= *Microstachys bidentata* SP472280, Mico22= *Microstachys corniculata* SP335622, Mico42= *Microstachys corniculata* SP443042, Mico51= *Microstachys corniculata* SP472551, Midi09= *Microstachys ditassoides* SP311809, Midi71= *Microstachys ditassoides* SP316971, Midi93= *Microstachys ditassoides* SP359993, Migl68= *Microstachys glandulosa* SP326968, Migl66= *Microstachys glandulosa* SP441766, Migl65= *Microstachys glandulosa* SP1487965, Mihe96= *Microstachys heterodoxa* SP262296, Mihe08= *Microstachys heterodoxa* SP452608, Mihe01= *Microstachys heterodoxa* SP471001, Mima03= *Microstachys marginata* SP443603, Minu01= *Microstachys nummularifolia* SP443601, Mire20= *Microstachys revoluta* SP452820, Misa63= *Microstachys salicifolia* SP442663, Misa07= *Microstachys salicifolia* SP443607, Palo72= *Pachystroma longifolium* SP259572, Palo97= *Pachystroma longifolium* SP292197, Palo29= *Pachystroma longifolium* SP293429, Plme37= *Pleradenophora membranifolia* SP106137, Plme33= *Pleradenophora membranifolia* SP268033, Plme66= *Pleradenophora membranifolia* SP269866, Saha48= *Sapium haematospermum* SP234248, Saha22= *Sapium haematospermum* SP277122, Saha91= *Sapium haematospermum* SP315191, Saob94= *Sapium obovatum* SP248994, Saob77= *Sapium obovatum* SP321877, Saob90= *Sapium obovatum* SP470990, Sebra96= *Sebastiania brasiliensis* SP219196, Sebra45= *Sebastiania brasiliensis* SP335145, Sebra00= *Sebastiania brasiliensis* SP360000, Sebr22= *Sebastiania brevifolia* SP452822, Sebr04= *Sebastiania brevifolia* SP443604, Sebr87= *Sebastiania brevifolia* SP474187, Seve63= *Senefeldera verticillata* SP37863, Seve89= *Senefeldera verticillata* SP327089, Seve18= *Senefeldera verticillata* SP383918, Star36= *Stillingia argutedentata* SP472636, Star27= *Stillingia argutedentata* SP475927, Star30= *Stillingia argutedentata* SP476530, Stul19= *Stillingia uleana* SP452819, Stul48= *Stillingia uleana* SP476548, Stul59= *Stillingia uleana* SP487959, Trse27= *Triadica sebifera* SP312927.

Agregação média aritmética não ponderada (UPGMA)

Para compreender como os espécimes da Tribo Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae relacionam-se entre si foi realizada a Análise de Cluster (AC) que produziu um dendograma de similaridade pelo cálculo da Distância Euclidiana com base nas mesmas 11 variáveis da ACP (Figura 15).

Dois grandes grupos foram formados com 0% de similaridade, o primeiro compreendendo os espécimes de *Actinostemon klotzchii* SP4354 até *Triadica sebifera* SP312927 e o segundo de *Colliguaja brasiliensis* SP474033 até *Microstachys corniculata* SP472551 separando os maiores grãos de pólen (espécimes do primeiro grupo) dos menores grãos de pólen (espécimes do segundo grupo).

Quanto aos espécimes mais similares destacam-se os dois espécimes de *Gymnanthes schottiana* (SP183924 e SP292050) com 100% de similaridade e chegando quase aos 100% de similaridade os espécimes *M. glandulosa* SP 441766 e *M. heterodoxa* SP 262296 e também *M. heterodoxa* SP471001 e *M. salicifolia* SP442663.

De uma maneira geral os espécimes de uma mesma espécie permaneceram juntos ou próximos uns dos outros, com exceção dos espécimes de *Pachystroma longifolium*, *Senefeldera verticillata* e *Sebastiania brevifolia* (fato também observado na ACP para as duas últimas espécies), indicando que há uma variação significativa nas medidas das características polínicas dentro destas espécies.

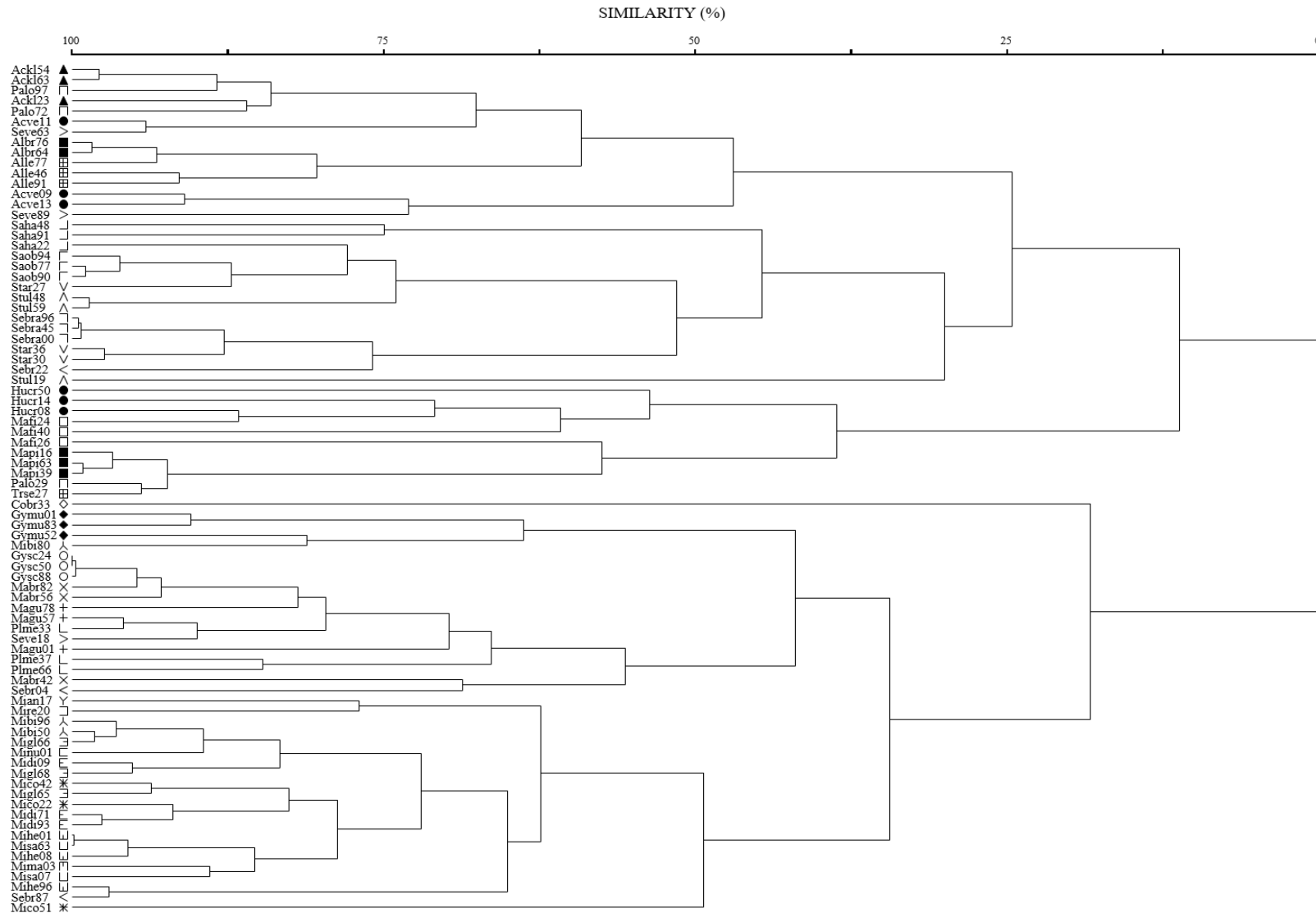


Figura 15. Dendrograma construído a partir da análise de cluster (Distância Euclidiana) para os espécimes das Tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae. ▲ Ack154= *Actinostemon klotzschii* SP4354, ▲ Ack163= *Actinostemon klotzschii* SP54963, ▲ Ack123= *Actinostemon klotzschii* SP74523, ● Acve09= *Actinostemon verticillatus* SP425809, ●

Acve13= *Actinostemon verticillatus* SP425813, ● Acve11= *Actinostemon verticillatus* SP487911, ■ Albr76= *Algernonia brasiliensis* SP4576, ■ Albr64= *Algernonia brasiliensis* SP269064, ☒ Alle77= *Algernonia leandrii* SP279877, ☒ Alle 46= *Algernonia leandrii* SP369146, ☒ Alle91= *Algernonia leandrii* SP429491, ◇ Cobr33= *Colliguaja brasiliensis* SP474033, ◆ Gymu01= *Gymnanthes multiramea* SP290901, ● Gymu83= *Gymnanthes multiramea* SP311783, ● Gymu52= *Gymnanthes multiramea* SP488252, ○ Gysc24= *Gymnanthes schottiana* SP183924, ○ Gysc88= *Gymnanthes schottiana* SP259088, ○ Gysc50= *Gymnanthes schottiana* SP292050, ● Hucr50= *Hura crepitans* SP46150, ● Hucr14= *Hura crepitans* SP75914, ● Hucr08= *Hura crepitans* SP370308, □ Mafi24= *Mabea fistulifera* SP476524, □ Mafi40= *Mabea fistulifera* SP443640, □ Mafi26= *Mabea fistulifera* SP476526, ■ Mapi16= *Mabea piriri* SP279816, ■ Mapi63= *Mabea piriri* SP447363, ■ Mapi39= *Mabea piriri* SP472639, × Mabr42= *Maprounea brasiliensis* SP105842, × Mabr56= *Maprounea brasiliensis* SP200656, × Mabr82= *Maprounea brasiliensis* SP209882, + Magu78= *Maprounea guianensis* SP47478, + Magu57= *Maprounea guianensis* SP347057, + Magu01= *Maprounea guianensis* SP443501, Y Mian17= *Microstachys anisodonta* SP443617, ʌ Mibi50= *Microstachys bidentata* SP442650, ʌ Mibi96= *Microstachys bidentata* SP447096, ʌ Mibi80= *Microstachys bidentata* SP472280, ✱ Mico22= *Microstachys corniculata* SP335622, ✱ Mico42= *Microstachys corniculata* SP443042, ✱ Mico51= *Microstachys corniculata* SP472551, E Midi09= *Microstachys ditassoides* SP311809, E Midi71= *Microstachys ditassoides* SP316971, E Midi93= *Microstachys ditassoides* SP359993, ∃ Migl68= *Microstachys glandulosa* SP326968, ∃ Migl66= *Microstachys glandulosa* SP441766, ∃ Migl65= *Microstachys glandulosa* SP1487965, ʌ Mihe96= *Microstachys heterodoxa* SP262296, ʌ Mihe08= *Microstachys heterodoxa* SP452608, ʌ Mihe01= *Microstachys heterodoxa* SP471001, ʌ Mima03= *Microstachys marginata* SP443603, □ Minu01= *Microstachys nummularifolia* SP443601, □ Mire20= *Microstachys revoluta* SP452820, ʌ Misa63= *Microstachys salicifolia* SP442663, ʌ Misa07= *Microstachys salicifolia* SP443607, □ Palo72= *Pachystroma longifolium* SP259572, □ Palo97= *Pachystroma longifolium* SP292197, □ Palo29= *Pachystroma longifolium* SP293429, ʌ Plme37= *Pleradenophora membranifolia* SP106137, ʌ Plme33= *Pleradenophora membranifolia* SP268033, ʌ Plme66= *Pleradenophora membranifolia* SP269866, ʌ Saha48= *Sapium haematospermum* SP234248, ʌ Saha22= *Sapium haematospermum* SP277122, ʌ Saha91= *Sapium haematospermum* SP315191, ʌ Saob94= *Sapium obovatum* SP248994, ʌ Saob77= *Sapium obovatum* SP321877, ʌ Saob90= *Sapium obovatum* SP470990, ʌ Sebra96= *Sebastiania brasiliensis* SP219196, ʌ Sebra45= *Sebastiania brasiliensis* SP335145, ʌ Sebra00= *Sebastiania brasiliensis* SP360000, < Sebr22= *Sebastiania brevifolia* SP452822, < Sebr04= *Sebastiania brevifolia* SP443604, < Sebr87= *Sebastiania brevifolia* SP474187, > Seve63= *Senefeldera verticillata* SP37863, > Seve89= *Senefeldera verticillata* SP327089, > Seve18= *Senefeldera verticillata* SP383918, V Star36= *Stillingia argutedentata* SP472636, V Star27= *Stillingia argutedentata* SP475927, V Star30= *Stillingia argutedentata* SP476530, ʌ Stul19= *Stillingia uleana* SP452819, ʌ Stul48= *Stillingia uleana* SP476548, ʌ Stul59= *Stillingia uleana* SP487959, ☒ Trse27= *Triadica sebifera* SP312927.

Com base nos tipos polínicos propostos por Punt (1962), principalmente caracterizados em relação ao âmbito (contorno do pólen na vista polar), uma chave polínica foi feita com as espécies estudadas na presente pesquisa evidenciando as características de presença ou ausência de *cavea*, tamanho do pólen, ornamentação da exina, âmbito e largura da *costae* na endoabertura, conforme a seguir:

Chave polínica para as espécies das tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae

1. Grãos de pólen com *cavea*, de tamanho pequeno a médio (EPVE 22,56 a 34,80 μm), exina microrreticulada, âmbito distintamente trilobado, *costae* estreita e distinta..... ***Microstachys***
- 1'. Grãos de pólen sem *cavea*, exina psilado-perfurada ou microreticulada..... **2**
 2. Grãos de pólen de tamanho pequeno a grande, exina psilado- perfurada, âmbito circular, trilobado a distintamente trilobado..... **3**
 3. Âmbito trilobado a distintamente trilobado..... ***Pachystroma longifolium***
(médios a grandes = 39,32 – 50,90 μm , margem do cólporo estreita, *costae* muito espessa)
Sebastiania brevifolia
(médios = 26,14 - 35,70 μm , margem do cólporo larga a mediana, *costae* estreita e distinta)
Algernonia leandrii
(médios = 31,61 a 39,45 μm , *costae* muito estreita)
Maprounea brasiliensis
(médios = 25,80 a 32,17 μm , *costae* estreita e distinta)
Maprounea guianensis
(pequenos a médios = 23,39 a 26,26 μm , *costae* estreita e distinta)
Senefeldera verticillata
(médios = 26,89 a 32,70 μm , *costae* estreita e distinta)
Sapium haemospermum
(médios a grandes = 45,19 a 57,02 μm , *costae* espessa)
Sapium obovatum
(médios a grandes = 47,67 a 56,31 μm , *costae* espessa)
Stillingia argutedentata
(médios a grandes = 44,11 a 54,94 μm , *costae* estreita e distinta)
Stillingia uleana
(grandes = 53,93 a 67,12 μm , *costae* estreita e distinta)
Triadica sebifera
(médios a grandes = 48,04 a 50,26 μm , *costae* estreita e distinta)

- 3'. Âmbito circular..... *Actinostemon klotzchii*
 (médios = 38,66 a 49,98 μm , perfurações medianas, *costae* inconspícua)
Actinostemon verticillatus
 (médios = 30,45 a 35,30 μm , perfurações medianas, *costae* muito estreita)
Hura crepitans
 (grandes = 57,99 a 64,18 μm , perfurações muito pequenas, *costae* estreita e distinta)
Mabea fistulifera
 (grandes = 52,52 a 63,42 μm , perfurações grandes, *costae* muito espessa)
Mabea piriri
 (médios a grandes = 49,94 a 54,42 μm , perfurações grandes, *costae* muito espessa)
- 2'. Grãos de pólen de tamanho pequeno a médio, exina microrreticulada, margem do cólporo rugulada ou psilada, âmbito trilobado a distintamente trilobado 4
4. Margem do cólporo rugulada larga, *costae* estreita e distinta.....
 *Colliguaja brasiliensis*
 (médios = 31,41 a 32,67 μm)
- 4'. Margem do cólporo psilada estreita a larga..... *Sebastiania brasiliensis*
 (médios = 39,40 a 42,80, margem estreita, *costae* estreita e distinta)
Algeronia brasiliensis
 (médios = 31,61 a 39,16 μm , margem estreita a mediana, *costae* muito estreita)
Gymnanthes multiramea
 (pequenos = 19,63 a 24,83 μm , margem larga, *costae* estreita e distinta)
Gymnanthes schottiana
 (pequenos a médios = 24,19 a 27,25 μm , margem mediana, *costae* estreita e distinta)
Pleradenophora membranifolia
 (pequenos a médios = 22,97 a 28,16 μm , margem estreita a mediana, *costae* estreita e distinta)

Discussão

Com relação às 32 espécies estudadas das tribos Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae, a presença de margens nas aberturas dos grãos de pólen foi uma constante, prevalecendo nelas a ornamentação psilada, com exceção de *Colliguaja brasiliensis* (Hippomaneae) que apresentou margem rugulada. Em algumas espécies a margem foi melhor visualizada em microscopia eletrônica de varredura (MEV), como em *Hura crepitans*. Com relação a escultura da exina, predominou com um percentual de 53,6% a ornamentação microrreticulada entre as espécies da tribo Hippomaneae. Nas três espécies analisadas da tribo Hureae o padrão microrreticulado foi observado somente em *Algeronia brasiliensis*. Em *Pachystroma longifolium* o padrão observado foi o psilado-perfurado. A presença de exina microrreticulada não foi detectada por Punt (1962) em sua ampla análise que abrangeu espécies das três tribos, incluindo aquelas que

foram analisadas em ambos os estudos, o que pode ter sido consequência da falta de análise sob microscopia eletrônica de varredura (MEV) pelo autor, já que em vários casos a diferença entre o microrretículo e a ornamentação psilado-perfurada é sutil e melhor observada sob MEV.

Outra característica constante para a tribo Hippomaneae descrita por Punt (1962) foi a presença de *costae* nos colpos e/ou na endoabertura, que é um espessamento da nexina nos contornos da endoabertura ou da ectoabertura. Nas espécies aqui analisadas não foi observada a presença de *costae* nos colpos porém todas as espécies das três tribos apresentaram nas endoaberturas. Em *Actinostemon klotzschii* a *costae* mostrou-se inconspícua. Em *Actinostemon verticilattus*, *Algernonia brasiliensis* e *Algernonia leandrii* a *costae* mostrou-se muito estreita. Em *Mabea fistulifera*, *Mabea piriri* e *Pachystroma longifolium* a *costae* mostrou-se muito espessa. Em *Sapium haematospermum* e *Sapium obovatum* a *costae* mostrou-se espessa. Nas restantes foi do tipo “estreita e distinta”.

A presença de margem distinta nos cólporos na tribo Hippomaneae foi também notada por Punt (1962), mas para ele estava ausente em algumas espécies das outras tribos, como em *Hura crepitans* e *Pachystroma longifolium*. O autor definiu para o que chamou de “configuração Hippomane” um padrão polínico que combinava o âmbito circular, trilobado ou distintamente trilobado, cólporo longo e estreito com margem distinta na maioria dos casos, algumas vezes larga, exina columelada e, endoabertura curta ou lalongada estreita. Se um desses caracteres estivesse ausente, a combinação dos outros ainda posicionaria os grãos de pólen nesta configuração. Ademais, a forma e tamanho do pólen, variação do âmbito, comprimento do cólporo, tipo de endoabertura, presença ou não de *costae* no cólporo ou na endoabertura, espessamento da *costae*, dentre outros parâmetros, foram utilizados para a subdivisão dessa configuração polínica em seis tipos com dois subtipos, sendo que a presença de margem do cólporo não foi uma constante. Com nossas observações pode-se concluir que a interpretação de Punt (1962) sobre a ausência de margem em algumas espécies, como, por exemplo, em *Hura crepitans*, foi equivocada, provavelmente porque o autor só utilizou microscopia fotônica em sua análise.

O tipo “Hippomane” de Punt (1962) inclui dois subtipos (“Hippomane” e “*Omalanthus nutans*”). O primeiro subtipo compreendeu os grãos de pólen dos gêneros pertencentes à tribo Hippomaneae de Pax and Hoffmann (1912). Esse subtipo polínico, que inclui espécies estudadas na presente pesquisa como *Mabea piriri*, *Mabea fistulifera*, *Sapium haematospermum* (apresentada lá como o heterotípico *Sapium longifolium*), e outras espécies de *Actinostemon*, *Colliguaya*, *Gymnanthes*, *Mabea* e *Stillingia* que não foram estudadas aqui, é caracterizado pelo pólen tectado psilado sob microscopia fotônica, com forma subprolata a suboblata, âmbito circular ou trilobado, nunca triangular convexo ou triangular, tricolporado, cólporos estreitos e muito longos, com exceção em *Mabea* que são longos, cólporos frequentemente apresentando margem e *costae*, endoabertura frequentemente curta e com *costae*, mas algumas vezes lalongada e estreita. Punt (1962) afirmou que a forma e o tamanho das endoaberturas são caracteres com importante valor diagnóstico em Hippomane. As espécies aqui estudadas *Mabea piriri* e *Mabea fistulifera* se encaixaram bem nesse subtipo, no entanto, sugere-se o agrupamento de *Mabea* em outro tipo polínico, conforme discussão mais abaixo. Ao contrário de *Sapium haematospermum* cujo âmbito foi caracterizado aqui como distintamente trilobado, encaixando-se melhor no outro subtipo “*Omalanthus nutans*”. As três espécies aqui analisadas apresentaram *costae* apenas nas endoaberturas, sendo que nas espécies de *Mabea* ela se mostrou muito espessa, enquanto que em *Sapium* mostrou-se apenas espessa.

Quanto a presença de margem, Souza et al. (2017) estudaram algumas espécies de *Mabea*, *Sapium*, *Sebastiania* e *Stillingia* da Caatinga brasileira indicando que a presença de margem psilada nos cólporos é característica constante. No presente trabalho todas as espécies, com exceção de *Colliguaja brasiliensis*, apresentaram margem psilada.

O segundo subtipo “*Omalanthus nutans*” da configuração polínica “*Hippomane*” definido por Punt (1962) se diferencia do subtipo “*Hippomane*” apenas pelos grãos de pólen serem distintamente trilobados em vista polar, tornando-se difícil sua separação entre os dois subtipos. Segundo o autor, incluem-se no subtipo “*Omalanthus nutans*” todos os gêneros de Euphorbiae com adição de *Hura*. Nesse subtipo encontram-se espécies que foram também analisadas aqui, como *Algernonia brasiliensis*, *Maprounea brasiliensis*, *Maprounea guianensis*, *Sebastiania corniculata* (que é heterotípico de *Microstachys corniculata*), *Sebastiania schottiana* (que é heterotípico de *Gymnanthes schottiana*) e *Triadica sebifera* (sinônimo de *Sapium sebiferum*), além de outras espécies de *Actinostemon*, *Gymnanthes*, *Mabea*, *Sapium* e *Sebastiania* que não foram analisadas no presente trabalho. Nesse subtipo se encaixaram bem *Algernonia brasiliensis*, *Maprounea brasiliensis*, *Maprounea guianensis* e *Triadica sebifera*, porém sob microscopia eletrônica de varredura verificou-se que *Microstachys corniculata* e *Gymnanthes schottiana* apresentaram exina microrreticulada e não psilada como Punt (1962) havia descrito. Quanto a presença de *costae*, ela foi observada apenas nas endoaberturas das espécies analisadas, apresentando-se estreita apenas em *Algernonia brasiliensis* e nas demais espécies mostrou-se estreita e distinta.

Não foram encontradas descrições polínicas na literatura para as espécies *Actinostemon verticillatus*, *Algernonia leandrii*, *Colliguaja brasiliensis*, *Microstachys anisodonta*, *M. nummularifolia*, *M. salicifolia*, *Pleradenophora membranifolia*, *Sebastiania brevifolia*, *Stillingia argutedentata* e *S. uleana*.

Nos nossos resultados, *Actinostemon klotzchii* e *Actinostemon verticillatus* apresentaram cerca de 50% de similaridade na UPGMA devido as poucas diferenças na forma do pólen e nas dimensões de algumas características, porém seus espécimes se agruparam na ACP e na chave polínica. As duas espécies de *Actinostemon* aqui analisadas podem ser classificadas no subtipo “*Stenadenium*” de Punt (1962), por terem âmbito circular e serem grandes, porém apresentaram margem nos colpos. Corrêa et al. (2010) apresentaram a morfologia polínica de *Actinostemon klotzschii* sem utilização de microscopia eletrônica de varredura (MEV), cuja descrição apresentada pelos autores para a ornamentação microrreticulada da exina não confere com a nossa psilado-perfurada. Os referidos autores também não mencionaram a presença de margem dos cólporos e observaram endoaberturas apenas lalongadas, diferindo das circulares ou lalongadas dos grãos de pólen da presente pesquisa. Outras espécies de *Actinostemon* foram descritas na literatura, também sem utilização de MEV, cujos resultados não conferem com os nossos: Cruz-Barros et al. (2006) descreveram para uma espécie a presença de exina microrreticulada e opérculo no cólporo (em nenhuma espécie analisada aqui foi visto opérculo); Punt (1962) descreveu para duas outras espécies o âmbito trilobado ou distintamente trilobado, sendo uma delas descrita sem margem no cólporo, o que o levou a classificá-las em um ou outro dos dois subtipos do tipo “*Hippomane*”; Ybert et al. (2017) descreveu outra espécie com exina microrreticulada e endoaberturas lalongadas.

Os grãos de pólen dos espécimes de *Algernonia brasiliensis* e *Algernonia leandrii* apresentaram mais de 75% de similaridade na UPGMA, agrupando-se também na ACP, mas diferiram na chave polínica pela ornamentação da exina, sendo a primeira microrreticulada e a segunda psilado-perfurado, assim como pela presença de margens um pouco mais largas e

endoaberturas circulares na primeira espécie. Ambas as espécies apresentaram endoaberturas com *costae* estreita. Punt (1962) descreveu os grãos de pólen de *Algernonia brasiliensis* classificando-o no subtipo “*Omalanthus nutans*”, o que confere em parte com nossas análises, já que os descreveu como psilados. Já a morfologia polínica de *Algernonia leandrii* se encaixou bem no subtipo “*Omalanthus nutans*” de Punt (1962).

De acordo com a morfologia polínica, *Colliguaja brasiliensis* pode ser classificada no subtipo “*Hippomane*” de Punt (1962), junto com *Colliguaya integerrima* Gill et Hook. que foi por ele analisada. No entanto, *Colliguaja brasiliensis* difere desta outra por sua exina microrreticulada, forma prolato-esferoidal, endoabertura muito lalongada com *costae* estreita e distinta e presença de margem do cólporo rugulada e larga, sendo que a margem de *C. integerrima* foi descrita pelo autor como indistinta. *Colliguaja brasiliensis* foi posicionada pelo âmbito, tamanho do pólen e ornamentação microrreticulada junto a *Sebastiania brasiliensis* na chave polínica, cujo único espécime analisado de *C. brasiliensis* também se agrupou na ACP próximo aos três espécimes de *S. brasiliensis*, mas na UPGMA apresentaram 0% de similaridade, demonstrando a necessidade de várias análises quantitativas e qualitativas para a correta determinação dos tipos polínicos.

Os espécimes das duas espécies de *Gymnanthes* analisadas no presente estudo não foram muito semelhantes entre si, com cerca de 40% de similaridade na UPGMA, contudo se posicionaram bem próximos na ACP e agruparam-se na chave polínica, diferenciando-se apenas pelas maiores dimensões dos eixos em *G. schottiana* e por *G. multiramea* apresentar mais que o dobro da largura da margem da outra espécie. A morfologia polínica de *Gymnanthes multiramea* foi descrita por Ybert et al. (2017) e Luz et al. (2018) como *Sebastiania multiramea* Müll. Arg., sem utilização de MEV, e diferindo dos espécimes analisados no presente estudo pelas endoaberturas circulares descritas pelos autores e que aqui foram lalongadas a muito lalongadas, pelo âmbito subcircular, que aqui foi descrito como distintamente trilobado e pela margem do cólporo, que foi descrita como em relevo por Ybert et al. (2017) e estreita por Luz et al. (2018), sendo que nossos resultados mostraram margens psiladas largas. Os referidos autores também não mencionaram a presença de *costae*. Já a morfologia polínica de *Gymnanthes schottiana* foi descrita por Radaeski et al. (2014) como *Sebastiania schottiana* Müll. diferindo dos nossos resultados somente pelo âmbito subtriangular, que aqui foi distintamente trilobado e pela presença de margem, que não foi descrita pelos autores citados, assim como pelos nossos espécimes apresentarem maior espessura de sexina do que de nexina, enquanto lá foi dito serem da mesma espessura. Na chave polínica as duas espécies de *Gymnanthes* se posicionaram junto a *Pleradenophora membranifolia*, cujos espécimes na UPGMA foram mais similares aos de *G. schottiana*. Em Punt (1962) *G. schottiana* (apresentada como o heterotípico *Sebastiania schottiana*) foi posicionada no subtipo “*Omalanthus nutans*”, o que, com exceção da ornamentação microrreticulada observada aqui sob MEV e presença de *costae* estreita e distinta apenas nas endoaberturas, pode ser aplicado para as duas espécies de *Gymnanthes*, incluindo também *Pleradenophora membranifolia*. Corrêa et al. (2010) e Ybert et al. (2017) apresentaram descrições de espécies de *Gymnanthes* (descritas como *Sebastiania*) que não foram aqui analisadas. Os resultados de Corrêa et al. (2010) só diferiram dos aqui apresentados quanto ao âmbito descrito pelos autores como subtriangular e aqui considerado distintamente trilobado e quanto a forma que segundo os autores variava de oblato-esferoidal a prolato-esferoidal e aqui variou de prolato-esferoidal a subprolato. Já os resultados de Ybert et al. (2017) diferiram dos espécimes analisados no presente estudo pelas endoaberturas circulares descritas pelos autores e que aqui foram lalongadas a muito lalongadas e novamente pelo âmbito descrito como triangular pelos autores.

Hura crepitans foi classificada por Punt (1962) no tipo “Stenadenium” cujos grãos de pólen são grandes ($\geq 40 \mu$) com exina psilada e de espessura mais fina do que nos outros subtipos de “Hippomane”. A forma é subprolata e o âmbito circular. São também tricolorados, cujos cólpores são estreitos e longos, sem margem e a *costae* do colpo é indistinta. A endoabertura é muito lalongada com *costae*. Nos espécimes de *Hura crepitans* aqui analisados observamos presença de margem estreita que foi melhor observada em microscopia eletrônica de varredura, já que as pequenas perfurações da exina desaparecem próximo ao cólpore formando uma faixa psilada, fora isso se encaixou bem no tipo “Stenadenium”. A presença de *costae* não foi observada no colpo mas ela mostrou-se estreita e distinta nas endoaberturas. Park and Lee (2013) também descreveram os grãos de pólen de *H. crepitans* cujos resultados conferem com os nossos, exceto pela exina foveolada descrita pelos autores e aqui psilado-perfurada.

Esser (1994, 2012) indicou que a maioria das espécies em *Mabea* apresentam pólen de tamanho grande (até $70 \mu\text{m}$) e perfurações do teto da exina com maiores diâmetros que nos outros gêneros da tribo, características polínicas apontadas como excepcionais em Hippomaneae e relacionando-as a síndrome de polinização por morcegos. Os resultados aqui obtidos corroboram as maiores dimensões polínicas para *M. fistulifera* e *M. piriri*, cujos EPVE variaram de 52,52 a 63,42 μm em *M. fistulifera* e 49,94 a 54,42 μm em *M. piriri*, ficando apenas atrás de *Hura crepitans* (Hureae) e um espécime de *Stillingia uleana*. Na UPGMA dois espécimes de *Mabea fistulifera* e três de *Hura crepitans* apresentaram mais de 50% de similaridade nas variáveis polínicas quantitativas, enquanto que os três de *Mabea piriri* apresentaram maior similaridade (cerca de 90%) com um espécime de *Pachystroma longifolium* (Pachystromateae) e um de *Triadica sebifera*. Os dois grupos apresentaram mais que 38% de similaridade na UPGMA. Na ACP, pelo tamanho do pólen, *Mabea* se agrupou a *Hura*, assim como a um espécime de *Sapium haematospermum* e todos de *Stillingia uleana*, mas vê-se que essas duas últimas espécies se diferenciam bem das outras na chave polínica pelo âmbito do pólen. Na chave polínica, agruparam-se os grãos de pólen de tamanho grande, psilado-perfurados e de âmbito circular, que incluiu além das espécies de tamanho grande *Mabea* e *Hura crepitans*, as de tamanho médio *Actinostemon klotzchii* e *A. verticillatus*. *Mabea* se distinguiu pelas maiores perfurações da exina, enquanto as espécies de *Actinostemon* apresentaram perfurações de diâmetro intermediário, sendo as de *Hura crepitans* as menores perfurações. Punt (1962) classificou os grãos de pólen de *Mabea fistulifera* e *M. piriri* no subtipo “Hippomane” com endoaberturas pequenas raramente lalongadas, o que não correspondeu as endoaberturas muito lalongadas observadas aqui para *M. fistulifera*. A presença de *costae* muito espessa só foi observada nas endoaberturas de ambas as espécies. O restante confere com nossas observações, inclusive a presença de margem no cólpore. As duas espécies de *Mabea* aqui analisadas se encaixam bem no tipo “Stenadenium” junto com *Hura crepitans*, cujo pólen é grande e de âmbito circular, ao invés de no tipo “Hippomane”, conforme Punt (1962) as tinha posicionado. Considerando que Punt (1962) não utilizou MEV, a presença de margem estreita e psilada não pode ser detectada em sua análise para o tipo “Stenadenium”.

Maprounea brasiliensis e *Maprounea guianensis* se posicionaram juntas na chave polínica, cujos espécimes apresentaram mais que 60% de similaridade na UPGMA e se agruparam na ACP. *Maprounea brasiliensis* foi estudada por Punt (1962) que a posicionou no subtipo “Omalanthus nutans”, o que confere com nossos resultados, exceto pela presença de *costae* nos golpes que não foi vista aqui. Salgado-Labouriau (1967, 1973), Sales et al. (2011) descreveram a morfologia polínica de *Maprounea brasiliensis* diferindo dos nossos resultados quanto a ornamentação da exina considerada microrreticulada pelos autores e aqui psilado-perfurada. Já Corrêa et al. (2010) descreveram a morfologia polínica de *Maprounea*

guianensis com âmbito subtriangular e exina microrreticulada, não conferindo com o âmbito distintamente trilobado e a exina psilado-perfurada descritos aqui.

Os espécimes de *Microstachys* permaneceram todos agrupados tanto na chave polínica quanto na ACP, porém na UPGMA um espécime de *M. bidentata* apresentou-se mais semelhante aos espécimes de *Gymnanthes multiramea* com cerca de 63% de similaridade enquanto que com os demais espécimes do mesmo gênero apresentou cerca de 30% de similaridade. Assim também ocorreu com um espécime de *M. corniculata* que se diferenciou dos demais espécimes da sua espécie com apenas 49% de similaridade. Os demais espécimes permaneceram agrupados com cerca de 60% de similaridade. Punt (1962) classificou *Microstachys corniculata* e *M. chamaelea* (espécie que não ocorre no Brasil) respectivamente como *Sebastiania corniculata* e *S. chamaelea* no subtipo “*Omalanthus nutans*” o que confere com os resultados aqui encontrados para *M. corniculata*, exceto quanto a ornamentação que foi considerada psilada pelo autor e aqui foi descrita como microrreticulada, quanto a presença de *costae* nos colpos, que aqui não foi vista e com relação às endoaberturas já que no presente estudo se mostraram lalongadas a muito lalongadas e não pequenas e raramente lalongadas como dito pelo autor. Cruz- Barros et al. (2006), Matos et al. (2014) e Ybert et al. (2017) analisaram o pólen de *Microstachys corniculata* como *Sebastiania corniculata* e os nossos resultados corroboraram em grande parte com os desses autores, exceto quanto ao âmbito aqui descrito como distintamente trilobado e considerado subtriangular ou subcircular pelos autores. Oliveira (1983-1985) descreveu os grãos de pólen de *Microstachys ditassoides* como *Sebastiania ditassoides* e também os classificou no subtipo “*Omalanthus nutans*” de Punt (1962). Os espécimes aqui analisados diferiram de Oliveira (1983-1985) quanto a forma que aqui foi descrita como oblato-esferoidal a prolato-esferoidal e lá como subprolata e, quanto a ornamentação da exina, que aqui foi descrita como microrreticulada e não pilada como considerada pela referida autora. Salgado-Labouriau (1967, 1973) e Ybert et al. (2017) descreveram os grãos de pólen de *Microstachys glandulosa* como *Sebastiania glandulosa* diferindo dos espécimes aqui analisados quanto a presença de margem psilada larga, que segundo os autores seria ausente, quanto a ornamentação microrreticulada, considerada pilada por Salgado-Labouriau (1967) e ao âmbito distintamente trilobado. Souza et al. (2017) descreveu a morfologia polínica das espécies *Microstachys heterodoxa*, *M. marginata* e *M. revoluta*. Os espécimes aqui analisados diferiram dos dados da literatura quanto a forma, quanto ao âmbito distintamente trilobado e que foi descrito pelos autores como subcircular a circular e a presença de área polar muito pequena, considerada ausente pelos autores. Oliveira (1983-1985) também analisou o pólen de *M. revoluta* como *Sebastiania revoluta* classificando-o no subtipo “*Omalanthus nutans*” de Punt (1962), diferindo dos dados aqui encontrados quanto a ornamentação da exina considerada pilada pela autora e aqui descrita como microrreticulada. O âmbito descrito pela autora como fossaperturado é sinônimo de distintamente trilobado.

O tipo “*Pachystroma*” caracterizado por Punt (1962) a partir da única espécie da tribo Pachystromateae, *Pachystroma longifolium*, é fortemente relacionado ao subtipo “*Hippomane*” e segundo o autor a morfologia polínica é um dado morfológico a mais a favor de sua fusão com a tribo Hippomaneae. Segundo o autor o tipo “*Pachystroma*” difere do subtipo “*Hippomane*” na forma esferoidal de seus grãos de pólen, assim como no âmbito menos trilobado, nos cólporos mais curtos e sem margem, nas endoaberturas bem mais lalongadas e na *costae* da endoabertura bem mais espessa. A descrição pelo autor de ausência de margem no cólporo do tipo “*Pachystroma*” não condiz com nossas observações para *Pachystroma longifolium*, pois a margem é bem visível, mesmo em microscopia fotônica. Quanto aos espécimes analisados aqui a forma do pólen variou de prolato esferoidal a subprolata, não conferindo com Punt (1962) e, nos nossos resultados, *Pachystroma*

longifolium não apresentou as endoaberturas mais lalongadas, apenas lalongadas, visto que muitas espécies da tribo Hippomaneae apresentaram endoaberturas muito mais lalongadas e, nem com colpos mais curtos (ou seja, com maior IAP), e sim *Hura crepitans* e *Mabea fistulifera*. Quanto a presença de *costae* na endoabertura, nossos resultados corroboraram com a descrição do autor. De toda forma, *Pachystroma longifolium* se posicionou na chave polínica junto a *Sebastiania brevifolia* e, na UPGMA um espécime apresentou mais de 90% de similaridade com *Triadica sebifera* e os outros dois espécimes mais de 80% com *Actinostemon klotzchii*. Portanto, os resultados corroboram o que Punt (1962) havia sugerido quanto à junção das duas tribos. Sales et al. (2011) e Ybert et al. (2017) também estudaram os grãos de pólen de *Pachystroma longifolium* que diferiram dos nossos resultados quanto ao âmbito, respectivamente descritos pelos autores como subtriangular ou subcircular, quanto com relação as endoaberturas lalongadas com *costae* muito espessa e não lolongadas como descritas pelos autores e quanto a ornamentação da exina aqui descrita como psilado-perfurada e considerada microrreticulada por eles.

Os espécimes de *Sapium* permaneceram todos agrupados na chave polínica, na ACP e também na UPGMA com mais de 40% de similaridade. A morfologia polínica de *Sapium haemospermum* foi descrita por Punt (1962) como *Sapium longifolium* (Muell. Arg.) Huber e classificada no subtipo “Hippomane”. Os espécimes aqui analisados diferiram do descrito pelo autor quanto a forma prolata e não subprolata e ao âmbito distintamente trilobado, encaixando-se melhor no subtipo “Omalanthus nutans”. A morfologia polínica de *Sapium obovatum* foi descrita por Salgado-Labouriau (1967, 1973) como *Sapium marginatum* (Baill) Müll.Arg. var. *spathulatum* Müll.Arg. cujas descrições do âmbito triangular e sexina pilada não condizem com as nossas. Por Corrêa et al. (2010), Sales et al. (2011) e Ybert et al. (2017) foi descrita como *Sapium glandulosum* (L.) Morong. Corrêa et al. (2010) e Sales et al. (2011) descreveram o pólen com âmbito subcircular e, Ybert et al. (2017) o descreveu com âmbito triangular. Além disso, para Sales et al. (2011) as endoaberturas são lolongadas com contorno pouco evidente e para Corrêa et al. (2010) são lalongadas, mas sem *costae*. Para Sales et al. (2011) e Ybert et al. (2017) a exina é microrreticulada e para Corrêa et al. (2010) é rugulada. Os espécimes analisados aqui apresentaram âmbito distintamente trilobado, margem psilada estreita, endoaberturas muito lalongadas com *costae* espessa e ornamentação da exina psilado-perfurada. Como as descrições estão bem diferentes para a ornamentação da exina, aventa-se que problemas de interpretação ocorreram pela falta da análise em MEV por esses autores. Quanto à forma do pólen e tipos de endoaberturas, é comum ocorrerem pequenas variações nas medidas entre espécimes, demonstrando que as faixas dos valores devem ser consideradas para determinadas características. Já para o âmbito, como é uma característica visual apenas, verifica-se que cada autor interpretou-o de maneira pessoal, mas deveria ser adotado um mesmo padrão como o de Punt (1962), que definiu os tipos polínicos em Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae. Já Kruijt (1996) indicou que o pólen de *Sapium* apresenta anel equatorial. Nas duas espécies aqui analisadas as endoaberturas são muito lalongadas, não sendo observado formação de endocíngulo (anel equatorial).

Os espécimes de *Sebastiania brasiliensis* permaneceram juntos a *Colliguaja brasiliensis* na chave polínica, assim como na ACP. Na UPGMA os espécimes de *S. brasiliensis* apresentaram cerca de 98% de similaridade entre si e mostraram-se semelhantes a dois espécimes de *Stillingia argutedentata* com cerca de 88% de similaridade. Já os espécimes de *S. brevifolia* permaneceram juntos a *Pachystroma longifolium* na chave polínica. Na ACP, novamente houve variação entre os espécimes de *S. brevifolia*: dois espécimes agruparam-se em meio as *Microstachys*, e o outro espécime permaneceu próximo aos espécimes de *S. brasiliensis*. Na UPGMA, foi reforçada a falta de homogeneidade entre os três espécimes de *S. brevifolia*, já que dois espécimes apresentaram cerca de 54% de

similaridade e 0% de similaridade com o terceiro espécime. As maiores similaridades de um dos espécimes de *S. brevifolia* foi com os três espécimes de *S. brasiliensis* e com dois espécimes de *Stillingia argutedentata* (cerca de 76% de similaridade). Para o segundo espécime a maior similaridade foi com *Microstachys revoluta* (cerca de 73% de similaridade) e o último espécime aproximou-se de *Microstachys marginata*, com cerca de 87% de similaridade. Punt (1962) classificou as espécies de *Sebastiania* no subtipo “*Omalanthus nutans*”, contudo as duas espécies aqui analisadas se encaixariam melhor no subtipo “*Hippomane*” devido ao âmbito menos trilobado de seus grãos de pólen. As espécies de *Sebastiania* descritas por Punt (1962) atualmente pertencem aos gêneros *Microstachys* e *Gymnanthes*. Ybert et al. (2017) descreveu os grãos de pólen de *Sebastiania brasiliensis* com margens largas psiladas e âmbito triangular diferentemente dos espécimes aqui analisados que apresentaram âmbito trilobado e margem estreita. Sales et al. (2011) e Souza et al. (2017) descreveram a morfologia polínica de outras espécies de *Sebastiania* que não foram aqui analisadas. Os resultados apresentados por Sales et al. (2011) descreveram o âmbito como subtriangular e presença de fastígio (cavidade em um grão de pólen colporado, aparecendo como uma separação da parte interior da sexina que fica abaulada na região da endoabertura) que não foi observado nas espécies do presente estudo. Já Souza et al. (2017) descreveram que uma espécie de *Sebastiania* apresentava âmbito subcircular, diferindo dos nossos resultados, e que outra espécie desse gênero apresentava *cavea*, cuja presença foi verificada apenas em *Microstachys* no presente estudo.

Na chave polínica os espécimes de *Senefeldera verticillata* permaneceram juntos as demais espécies com grãos de pólen de âmbito distintamente trilobado e ornamentação da exina psilado-perfurada. Na ACP dois espécimes agruparam-se aos de *Actinostemon verticillatus* e o terceiro espécime permaneceu próximo a um espécime de *Algernonia leandrii*, também a um de *A. brasiliensis* e a um de *Maprounea brasiliensis*. Na UPGMA os três espécimes ficaram muito separados entre si, sendo que dois deles apresentaram cerca de 46% de similaridade entre si e 0% de similaridade com o terceiro espécime. O primeiro apresentou cerca de 94% de similaridade com um espécime de *Actinostemon verticillatus*. O segundo apresentou cerca de 73% de similaridade com os outros dois espécimes de *A. verticillatus*. O terceiro apresentou cerca de 88% de similaridade com um espécime de *Pleradenophora membranifolia* e a um de *Maprounea guianensis*. Punt (1962) analisando uma espécie de *Senefeldera* que não foi aqui estudada, classificou-a em um outro tipo polínico fora do tipo “*Hippomane*”, denominado tipo “*Dichostema*”, cujos grãos de pólen seriam distintos dos outros tipos por serem esferoidais, reticulados e com margem do colpo estreita. Porém, verificou-se aqui que *Senefeldera verticillata* poderia ser classificada no subtipo “*Omalanthus nutans*” por apresentar grãos de pólen com âmbito distintamente trilobado, presença de *costae* nas endoaberturas e exina psilado-perfurada, resultados que diferiram da descrição dada por Punt (1962) para a outra espécie de *Senefeldera*. A morfologia polínica de *Senefeldera verticillata* foi descrita por Ybert et al. (2017) como *Senefeldera multiflora* Mart. com endoaberturas grandes lalongadas, com *costae* nítida, presença de fastígio, exina microrreticulada e âmbito subcircular. Os espécimes analisados diferiram do descrito por esses autores quanto a presença de margem estreita psilada cuja presença não foi relatada por eles, endoaberturas lalongadas a muito lalongadas, ornamentação da exina psilado-perfurada, ausência de fastígio e âmbito distintamente trilobado.

Na chave polínica as duas espécies de *Stillingia* aqui analisadas permaneceram juntas as demais espécies que possuem grãos de pólen com âmbito distintamente trilobado e exina psilado-perfurada. Na ACP os espécimes das duas espécies de *Stillingia* agruparam-se juntos aos espécimes das duas espécies do gênero *Sapium*. Na UPGMA os espécimes de *Stillingia*

argutedentata e *S. ulena* não se assemelharam muito entre si (apenas 29% de similaridade), mas um espécime de *S. argutedentata* apresentou cerca de 82% de similaridade com os três espécimes de *Sapium obovatum*. Os outros dois espécimes de *S. argutedentata* foram similares entre si com cerca de 94% de similaridade. Dois espécimes de *Stillingia ulena* também foram similares entre si com cerca de 96% de similaridade. Um espécime de *Sebastiania brevifolia* foi o que se aproximou mais do terceiro espécime de *Stillingia ulena* com cerca de 29% de similaridade. Punt (1962) analisando uma espécie de *Stillingia*, que não foi aqui estudada, classificou-a no subtipo “Hippomane” porém as duas espécies aqui analisadas se encaixariam melhor no subtipo “Omalanthus nutans” por apresentarem grãos de pólen com âmbito distintamente trilobado. Essas espécies apresentaram endoaberturas muito lalongadas, resultado que diferiu da descrição dada por Punt (1962). Li et al. (2017) e Souza et al. (2017) também descreveram o pólen de espécies de *Stillingia* que não foram aqui analisadas e seus resultados diferiram dos nossos quanto ao âmbito descrito pelos autores como subcircular ou circular e quanto a ornamentação da exina que foi descrita pelos autores, respectivamente, como perfurada e microrreticulada. Cordeiro et al. (2017) estudaram 25 espécies de *Stillingia* e 11 de *Sapium* que foram considerados gêneros estenopolínicos, demonstrando que os caracteres palinológicos não são informativos para distinguir as espécies desses dois gêneros, o que também foi visto nos nossos resultados. No entanto, para os autores ambos os gêneros possuem grãos de pólen com margem psilada nos cólporos e exina microrreticulada, mas apenas em *Sapium* observou-se anel equatorial. Nos espécimes aqui estudados as espécies dos dois gêneros foram muito similares pelo tamanho do pólen, âmbito distintamente trilobado e exina psilado-perfurada, não sendo microrreticuladas como descrito pelos citados autores e, sem anel equatorial (endocíngulo) que não foi visto em nenhuma das espécies analisadas no presente estudo. Mas as endoaberturas de *Sapium* e *Stillingia* foram as mais lalongadas junto com as de *Colliguaja brasiliensis*, *Hura crepitans* e *Mabea fistulifera*.

A morfologia polínica de *Triadica sebifera* foi descrita por Punt (1962) como *Sapium sebiferum* (Linn.) Roxb. e classificada no subtipo “Omalanthus nutans”. Os resultados aqui encontrados corroboram a classificação do autor, exceto quanto a presença de *costae* nos colpos que aqui não foi observada.

Conclusão

As espécies da tribo Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae foram anteriormente classificadas em uma configuração polínica geral denominada “Hippomane”, divididas em tipos (“Hippomane”, “Pachystroma”, “Stenadenium”, “Dichostema”, etc), cujo tipo “Hippomane” foi subdividido em dois (“Hippomane” e “Omalanthus nutans”). A divisão dos tipos polínicos se deu de acordo com alguns caracteres diagnósticos, principalmente o contorno em vista polar (âmbito), tamanho do pólen e tipo de endoabertura, que dificilmente permitiam agrupamentos menores para os gêneros das tribos, ocorrendo várias sobreposições entre os dois subtipos polínicos de “Hippomane”.

Nossos resultados demonstraram que a maioria das espécies estudadas se classificaram nos subtipos “Hippomane” e “Omalanthus nutans”, apesar de que algumas características polínicas parecem ter sido mal interpretadas anteriormente, sobretudo pela falta da análise sob microscopia eletrônica de varredura. Não foi evidenciada na literatura a ornamentação microrreticulada de algumas espécies e, também em alguns casos, descreveu-se equivocadamente a ausência de margem dos cólporos, como em *Hura crepitans* (Hureae) e *Pachystroma longifolium* (Pachystromateae). Assim também, algumas características

polínicas bem distintas não foram mencionadas na configuração prévia dos tipos polínicos das tribos, como a presença de *cavea* em *Microstachys*.

O tipo “Dichostema”, cuja literatura classificou uma espécie de *Senefeldera* como reticulada, com sexina espessa e margem estreita do cólporo, não foi visto para nenhuma das espécies aqui analisadas.

Apesar do tipo “Stenadenium” ter sido criado para diferenciar os grãos de pólen de tamanho grande ($\geq 40 \mu$), de âmbito circular, psilados e sem margem no cólporo, demonstrou-se pelo uso de microscopia eletrônica de varredura que todas as espécies estudadas possuem margem, e por isso sugere-se mantê-lo apenas retificando-o com relação a presença de margem para assim agrupar *Actinostemon*, *Hura* e *Mabea*.

O tipo “Pachystroma” caracterizado na literatura pelos cólporos mais curtos e sem margem, pelas endoaberturas bem mais alongadas e *costae* da endoabertura bem mais espessa do que nos outros tipos polínicos, não se sustenta, devido à falha descritiva já mencionada sobre as margens e pelos grãos de pólen de *Pachystroma longifolium* terem sido sobrepostos aos de várias espécies, sendo fortemente relacionado ao subtipo “Hippomane”.

Os dados polínicos aqui obtidos foram inéditos para as espécies *Actinostemon verticullatus*, *Algernonia leandrii*, *Colliguaja brasiliensis*, *Microstachys anisodonta*, *M. nummularifolia*, *M. salicifolia*, *Pleradenophora membranifolia*, *Stillingia argutedentata* e *S. uleana*.

A análise de vários espécimes das espécies de Hippomaneae mostrou-se essencial para revelar variações intraespecíficas, assim como para distinguir alguns grupos de espécies, possibilitando uma melhor distinção dos gêneros da tribo de acordo com as características polínicas. No entanto, a tribo Hippomaneae não foi bem circunscrita palinologicamente, já que houve a sobreposição de tipos polínicos compostos por gêneros das tribos Hureae e Pachystromateae em meio aos seus gêneros. Os agrupamentos similares formados pelas características polínicas parecem corroborar o parafiletismo de Hippomaneae, como indicado previamente na literatura.

Os dados palinológicos aqui obtidos contribuíram para o conhecimento morfológico intergênerico e infragênerico na subfamília Euphorbioideae e sugere-se que sejam utilizados em futuras abordagens filogenéticas e cladísticas para a solução da complexa relação entre as suas tribos.

Agradecimentos

Somos gratos ao curador do herbário SP por providenciar o material herborizado. Ao Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida a primeira autora. Ao Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada a Agricultura (NAP/MEPA – ESALQ) sob coordenação do Prof. Dr. Elliot Watanabe Kitajima que disponibilizou o microscópio eletrônico de varredura. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de “Produtividade em Pesquisa” (Processo Número 302766/2016-2) concedida a quinta autora. Ao Prof^o Dr. Eduardo Custódio Gaparino, Universidade Estadual Paulista campus Jaboticabal, e Dr. Eduardo Pereira Cabral Gomes do Instituto de Botânica, pelo auxílio com as análises estatísticas.

Espécies investigadas

Actinostemon klotzschii (Didr.) Pax. Brazil: São Paulo, São Paulo, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. S.L. Jung et al. 395, 5 August 1981 (SP174523); Brazil: São Paulo, São Paulo, Jardim Botânico. M. Kuhlmann 3685, 22 August 1955 (SP154963); Brazil: São Paulo, São Paulo, Bosque da Saúde. F.C. Hoehne s.n., 29 August 1920 (SP4354).

Actinostemon verticillatus (Klotzsch) Baill. Brazil: São Paulo, Caraguatatuba, Parque Estadual da Serra do Mar. A.C. Pscheidt et al. 41, 19 November 2010 (SP425809); Brazil: São Paulo, Caraguatatuba, Parque Estadual da Serra do Mar. A.C. Pscheidt et al. 43, 19 November 2010 (SP 425813); Brazil: Rio de Janeiro, Arraial do Cabo, Pontal do Atalaia. I. Cordeiro et al. 3573, 23 October 2016 (SP487911).

Algermonia brasiliensis Baill. Brazil: Rio de Janeiro, Niterói, Saco de São Francisco. L. Emygdio 3641 & M. Emmerich 3707, 20 October 1972 (SP269064); Brazil, São Paulo, Ilha Queimada. A. Gehrt s.n., 7 February 1920 (SP4576).

Algermonia leandrii (Baill.) G.L.Webster. Brazil: São Paulo, Caraguatatuba. A.C. Pscheidt et al. 49, 15 December 2010 (SP429491); Brazil: Rio de Janeiro, Rio das Ostras. P.P. de Oliveira 887, 15 September 1998 (SP369146); Brazil: São Paulo, Ubatuba, Praia de Maranduba. G.A. Damasceno Júnior et al. 29302 (SP279877).

Colliguaja brasiliensis Klotzsch ex Baill. Brazil: Paraná, Bocaiúva do Sul. R. Mello-Silva et al. 3737, 26 January 2015 (SP474033).

Gymnanthes multiramea (Klotzsch) Müll.Arg. Brazil: Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Jardim Botânico. I. Cordeiro & O.L.M. Silva 3567, 23 September 2016 (SP488252); Brazil: Bahia, Porto Seguro, Parque Nacional Monte Pascoal. W.W. Thomas et al. 11289, 14 November 1996 (SP311783); Brazil: Bahia, Ilhéus. W.W. Thomas et al. 10666, 28 September 1994 (SP290901).

Gymnanthes schottiana (Müll. Arg.) Müll. Arg. Brazil: Minas Gerais, Grão Mogol. I. Cordeiro et al. s.n., 5 January 1986 (SP259088); Brazil: Rio Grande do Sul, Tenente Portela. J.R. Pirani et al. 478, 19 January 1983 (SP183924); Brazil: São Paulo, Mogi Guaçu. R.R. Rodrigues s.n., 26 October 1992 (SP292050).

Hura crepitans L. Brazil: Minas Gerais, Itajubá. M. Kuhlmann 2383, 4 June 1950 (SP75014); Suriname: Paramaribo. R. Evans & S. Koemar 2589, 25 November 1996 (SP370308); Brazil: São Paulo, Piracicaba. W. Accorsi s.n., 17 July 1941 (SP46150).

Mabea fistulifera Mart. Brazil: Minas Gerais, Franciscópolis. O.L.M. Silva et al. 277, 6 April 2016 (SP476526); Brazil: Minas Gerais, Senador Modestino Gonçalves. O.L.M. Silva et al. 275, 3 April 2016 (SP476524); Brazil: São Paulo, Martinho Prado Junior. A.C. Pscheidt 135 & I. Cordeiro, 24 May 2012 (SP443640).

Mabea piriri Aubl. Brazil: São Paulo, Ubatuba. M.A. de Assis et al. 428, 29 August 1994 (SP279816); Brazil: Rio de Janeiro, Paraty. M.C. Marques 421, 6 August 1994 (SP472639); Brazil: Rio de Janeiro, Paraty. M.G.Bovini et al. 537, 31 August 1994 (SP447363).

Maprounea brasiliensis A. St. Hil. Brazil: Bahia, Salvador. M.L. Guedes 929, 1 December 1984 (SP209882); Brazil: Distrito Federal, Reserva Ecológica do IBGE. B.A.S. Pereira 808, 4 October 1983 (SP200656); Brazil: Minas Gerais, Belo Horizonte, Morro das Pedras. L.O. Williams & V. Assis 8047, 22 August 1945 (SP105842).

Maprounea guianensis Aubl. Brazil: Minas Gerais, Coronel Pacheco. E.P. Heringer 103, 24 November 1942 (SP47478); Brazil: Amazonas, Manaus, Rio Cuieras. S. Egler et al. s.n., 1993 (SP347057); Brazil: Roraima, Caracará. L.C. Pederneiras 687 & A.L. Gaglioti, 23 October 2011 (SP443501).

Microstachys anisodonta Müll.Arg. Brazil: Minas Gerais, Grão Mogol. A.C. Pscheidt et al. 174, 24 June 2012 (SP 443617).

Microstachys bidentata (Mart. & Zucc.) Esser. Brazil: Góias, São Jorge, Parque Nacional Chapada dos Veadeiros. A.C. Pscheidt et al. 108, 19 January 2012 (SP442650); Brazil: São

Paulo, Araçoiaba da Serra. O.L.M. Silva et al. 63, 19 December 2012 (SP447096); Brazil: Maranhão, Alto Parnaíba. I. Cordeiro et al. 3462, 2 November 2013 (SP472280).

Microstachys corniculata (Vahl) Griseb. Brazil: Rio de Janeiro, Paraty. A.C. Pscheidt 126, 2 March 2012 (SP443042); Brazil: Bahia, Salvador. I. Cordeiro 3516 & F. Hurbath, 25 November 2014 (SP472551); Brazil: São Paulo, Bertioga, Praia do Itaguapé. M.A.G. Magenta & P.S.P. Sampaio 179, 27 May 1999 (SP 335622).

Microstachys ditassoides (Didr.) Esser. Brazil: Distrito Federal, Brasília. G. Pereira- Silva 5469, 29 September 2001 (SP359993); Brazil: Goiás, Niquelândia. M.L. Fonseca 977, 30 May 1996 (SP316971); Brazil: Goiás, Alto Paraíso, Parque Nacional Chapada dos Veadeiros. R.C. Mendonça et al. 2657, 10 September 1996 (SP311809).

Microstachys glandulosa (Mart. & Zucc.) Esser & M. J. Silva. Brazil: Bahia, Jacaraci. I. Cordeiro 3502 & F. Hurbath, 23 February 2014 (SP487965); Brazil: Minas Gerais, Serra do Cipó. A.C. Pscheidt et al. 89, 16 July 2011 (SP441766); Brazil: Bahia, Formosa do Rio Preto. F.C.A. Oliveira et al. 909, 11 November 1997 (SP326968).

Microstachys heterodoxa (Müll.Arg.) Esser. Brazil: Bahia, Morro do Chapéu. O.L.M. Silva et al. 174, 23 August 2014 (SP471001); Brazil: Bahia, Ituberá. A.M. Amorim et al. 6014, 10 June 2006 (SP452608); Brazil: Bahia, Maraú. L.A. Mattos Silva 464, 13 June 1979 (SP262296).

Microstachys marginata (Mart.) Klotzsch ex Müll. Arg. Brazil: Minas Gerais, Grão Mogol. A.C. Pscheidt et al. 142, 21 June 2012 (SP443603).

Microstachys nummularifolia (Cordeiro) Esser. Brazil: Minas Gerais, Grão Mogol. A.C. Pscheidt et al. 145, 21 June 2012 (SP443601).

Microstachys revoluta (Ule) Esser. Brazil: Bahia, Mucugê. A.C. Pscheidt et al. 193, 21 November 2012 (SP452820).

Microstachys salicifolia (Mart. & Zucc.) M. J. Silva & Pscheidt. Brazil: Goiás, São Jorge. A.C. Pscheidt et al. 125, 21 February 2012 (SP442663); Brazil: Minas Gerais, Grão Mogol. A.C. Pscheidt et al. 144, 21 June 2012 (SP443607).

Pachystroma longifolium (Nees) I.M.Johnst. Brazil, São Paulo, Iguape, Estação Ecológica de Juréia-Itatins. I. Cordeiro et al. 1620, 12 July 1995 (SP 293429); Brazil, São Paulo, São Paulo. J.P. Coelho s.n., 21 January 1947 (SP259572); Brazil: São Paulo, São Carlos. K.D. Barreto et al. 1473, 21 October 1993 (SP292197).

Pleradenophora membranifolia (Müll. Arg.) Esser & A. L. Melo. Brazil: Mato Grosso do Sul, Brasilândia. E.L.M. Catharino et al. 1739, 25 November 1992 (SP268033); Brazil: Mato Grosso. G.T. Prance & N.T. Silva s.n., 9 October 1964 (SP106137); Brazil: São Paulo, Mogi-Guaçu. G. Arbocz 033, 10 November 1993 (SP269866).

Sapium haemospermum Müll.Arg. Brazil: Mato Grosso. R. Kral et al. 75151, 27 September 1988 (SP234248); Brazil: Mato Grosso do Sul, Corumbá. A. Allem et al. 2242, 28 October 1978 (SP315191); Brazil: Mato Grosso do Sul, Corumbá. G. Arbocz 827, 30 September 1994 (SP277122).

Sapium obovatum Klotzsch. ex Müll. Arg. Brazil: Mato Grosso. A. Allem 191, 8 October 1976 (SP321877); Brazil: Distrito Federal, Brasília. F.H.F. Oldenburger & V.V. Mecenas 1686, 6 October 1975 (SP248994); Brazil: São Paulo, Mogi-Guaçu. O.L.M. Silva et al. 193, 15 October 2014 (SP470990).

Sebastiania brasiliensis Spreng. Brazil: Mato Grosso do Sul, Selvíria. F. Barros 1193, 6 November 1985 (SP219196); Brazil: Paraná, Mauá da Serra. E.M. Francisco & J. Alves s.n., 22 September 1998 (SP335145); Brazil: Minas Gerais, Cabeceira Grande. T.B. Cavalcanti et al. 2732, 5 September 2001 (SP360000).

Sebastiania brevifolia (Müll. Arg.) Müll. Arg. Brazil: Bahia, Licínio de Almeida. F. Hurbath et al. 602, 5 November 2013 (SP474187); Brazil: Bahia, Palmeiras. A.C. Pscheidt et

al. 197, 22 November 2012 (SP452822); Brazil: Minas Gerais, Grão Mogol. A.C. Pscheidt et al. 141, 21 June 2012 (SP443604).

Senefeldera verticillata (Vell.) Croizat. Brazil: Minas Gerais, Marliéria. E.P. Heringer & G. Eiten s.n., 19 September 1975 (SP327089); Brazil: Rio de Janeiro, Nova Iguaçu. S.J. Silva Neto et al. 1466, 12 September 2001 (SP383918); Brazil: Bahia, Água Preta. G. Bondar 2167, 20 October 1937 (SP37863).

Stillingia argutedentata Jabl. Brazil: Espírito Santo, Santa Teresa. E.S. Leal et al. 52, 18 November 2009 (SP475927); Brazil: Minas Gerais. G. Hatschbach & F.J. Zelma 50003, 20 November 1985 (SP472636); Brazil: Espírito Santo, Vila Pavão. O.L.M. Silva et al. 281, 7 April 2016 (SP476530).

Stillingia uleana Pax ex K. Hoffm. Brazil: Minas Gerais, Itacambira. O.L.M. Silva et al. 299, 11 April 2016 (SP476548); Brazil: Bahia, Jacaraci. I. Cordeiro 3508 & F. Hurbath, 23 February 2014 (SP487959); Brazil: Bahia, Mucugê. A.C. Pscheidt et al. 194, 21 November 2012 (SP452819).

Triadica sebifera (L.) Small. Japão: Isahaya Nagasaki. S. Honda s.n., 22 December 1987 (SP312927).

Referências

- Barth MO, Melhem TS (1988) Glossário ilustrado de palinologia. Editora Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.
- Burger W, Huft M (1995) Flora Costaricensis: Family #113 Euphorbiaceae. *Fieldiana, Botany*, n.s. 36: 1-169.
- Cordeiro I, Secco R, Cardiel JM, Steinmann V, Caruzo MBR, Riina RG, Lima LR, Maya-L CA, Berry P, Carneiro-Torres DS, Pscheidt AC (2010) Euphorbiaceae. In: Forzza RC (ed.). Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro, Andrea Jakobsson Estúdio.
- Cordeiro WPFS, Athiê-Souza SM, Melo AL, Buril MT, Sales MF (2017) Importância da Palinologia para a distinção de *Sapium* e *Stillingia* (Euphorbiaceae). In: 35° Reunião Nordestina de Botânica, 2017, Recife/PE. 35° Reunião Nordestina de Botânica, 2017. pp. 310.
- Corrêa AMS, Cruz-Barros MAV, Silvestre-Capelato MSF, Pregun MA, Raso PG, Cordeiro I (2010) Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) Família: 107-Euphorbiaceae *s.l.* *Hoehnea* 37:53–69
- Cruz-Barros MAV, Corrêa MAS, Makino-Watanabe H (2006) Estudo polínico de Aquifoliaceae, Euphorbiaceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Phytolaccaceae e Portulacaceae ocorrentes na restinga da Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). *Revista Brasileira de Botânica* 29: 145-162.
- Díaz-Zavaleta, G, Palacios-Chávez, R. 1980. Contribución al Conocimiento de la Morfología de los Granos de Polen de los Géneros más comunes de la Familia Euphorbiaceae de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 39: 25- 62.
- Erdtman G (1952) Pollen morphology and plant taxonomy- Angiosperms. First Edition. Almquist & Wiksell, Stockholm, Sweden.
- Erdtman G (1960) The acetolysis method. A revised description. *Upsala Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Esser HJ, Welzen PV, Djarwaningsih T (1997) A phylogenetic classification of the Malesian Hippomaneae (Euphorbiaceae). *Systematic Botany* 22 (4): 617-628.
- Esser HJ (2001) Tribes Hippomaneae, Pachystromateae & Huraeae. In: Radcliffe-Smith A (ed.). *Genera Euphorbiacearum*. Kew, Royal Botanic Gardens.
- Esser HJ (1994) Systematische Studien an den Hippomaneae Adr. Jussieu ex Bartling (Euphorbiaceae), insbesondere den Mabeinae Pax & K. Hoffm. Doctoral Dissertation, Universität Hamburg. 305 p., 36 pl.
- Esser HJ (2012) The tribe Hippomaneae (Euphorbiaceae) in Brazil. *Rodriguésia* 63: 209-225.
- Faegri K, Iversen J (1966) Terminology in palynology. *Pollen Spores* 8: 407-408.
- Gasparino EC, Cruz-Barros MAV, Chautems A (2013) Pollen morphology in Brazilian species of *Codonanthe* (Mart.) Hanst. and *Nematanthus* Schrader (Gesneriaceae). *Grana* 52 (4): 258-274.
- Gilbert MG (1994) Relationships of the Euphorbieae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81 (2): 283-288.
- Govaerts R, Frodin DG, Radcliffe-Smith A (2000) World checklist and bibliography of Euphorbiaceae (and Pandaceae), Kew, The Royal Botanic Gardens.
- Hesse M, Halbritter H, Zetter R, Weber M, Buchner R, Frosch-Radivo A, Ulrich S (2009) *Pollen Terminology: an illustrated handbook*. Springer Wien, New York.
- Iversen J, Troels-Smith J (1950) Pollenmorphologischen Definitionen und Typen. *Damn. Geol. Unders. ser. 4. 3 (8): 54 pp.*
- Johansen DA (1940) *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Jussieu AL (1789) *Genera Plantarum: secundum ordines naturales disposita, juxta methodum in Horto regio parisiensi exaratam*, Paris, Herissant.

- Jussieu AL (1824) De Euphorbiacearum generibus medisq; earumdem viribus tentamen. Paris, Didot. 118p.
- Kruijt RC (1996) A taxonomic monograph of *Sapium* Jacq., *Anomostachys* (Baill.) Hurus., *Duvigneaudia* J. Léonard and *Sclerocroton* Hochst. (Euphorbiaceae tribe Hippomaneae). Bibliotheca Botanica v. 146, p. 1-109.
- Li S, Chen B, Huang X, Chang X, Tu T, Zhang D (2017) *Stillingia*: A newly recorded genus of Euphorbiaceae from China. Phytotaxa 296 (2): 187–194.
- Luz CFP, Barros MA, Barth OM (2018) Morfologia polínica de eudicotiledôneas arbóreas da Serra da Capoeira Grande, Maciço Geológico da Pedra Branca, Rio de Janeiro, Brasil. Iheringia, Série Botânica, Porto Alegre, 73(3):308-328.
- Matos MNF, Maduro CB, Costa CS, Silva SJR (2014) Caracterização polínica das plantas lenhosas do Bosque dos Papagaios, Boa Vista, Roraima, Norte do Brasil. Boletim do Museu Integrado de Roraima 8 (1): 19-41.
- Mccune B, Melfford MJ (1999) PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. MjM Software Design, Oregon.
- Melhem TS, Cruz-Barros MAV, Corrêa AMS, Makino-Watanabe H, Silvestre-Capelato MSF, Esteves VLG (2003) Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). Boletim do Instituto de Botânica 16:1-104.
- Melo AL (2006) Revisão de *Sebastiania* Spring. *sensu stricto* (Euphorbiaceae-Hippomaneae). Dissertação de doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.
- Oliveira AS (1983-1985) Taxonomia das espécies do gênero *Sebastiania* Sec. *Elachocroton* (Baill) Pax (Euphorbiaceae) ocorrentes no Brasil. Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro Vol. XXVII: 3-65.
- Park KR, Lee JH (2013) Pollen morphology of subfamily Euphorbioideae (Euphorbiaceae). Korean Journal of Plant Taxonomy 43 (1): 1–11.
- Pax F, Hoffmann K. (1912) Euphorbiaceae-Hippomaneae. In: ENGLER, A. (ed.). Das Pflanzenreich Regni vegetabilis conspectus IV.147.V. (Heft 52). Leipzig, Wilhelm Engelmann. 319p
- Punt W (1962) Pollen morphology of the Euphorbiaceae with special reference to taxonomy. Wentia 7: 1-116.
- Punt W, Hoen PP, Blackmore S, Nilsson S, Le Thomas A (2007) Glossary of pollen and spore terminology. Review of Paleobotany and Palynology. 81p.
- Radaeski JN, Evaldt ACP, Bauermann SG (2014) Grãos de pólen de espécies ocorrentes na unidade de conservação Parque Estadual do Espinilho, Barra do Quaraí, Rio Grande do Sul, Brasil. Pesquisas, Botânica Nº 65:305-332 São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas.
- Radcliffe-Smith A (2001) Genera Euphorbiacearum, Kew, Royal Botanic Gardens.
- Reistma T (1969) Size modification of recent pollen grains under different treatments. Review of Paleobotany and Palynology 9: 175-202.
- Sales EO, Barreto CF, Barth OM (2011) Morfologia polínica de espécies de Euphorbiaceae *s.l.* arbóreas ocorrentes no Estado de Santa Catarina, Brasil. Hoehnea 38(3): 495-500.
- Salgado-Labouriau ML, Vanzolini PE, Melhem TS (1965) Variation of polar axes and equatorial diameters in pollen grains of the two species of *Cassia*. Grana Palynologica 6: 98-105.
- Salgado-Labouriau ML (1967) Pollen grains of plants of the "Cerrado". XIX- Euphorbiaceae. Anais da Academia Brasileira de Ciências 339:471-490.
- Salgado-Labouriau ML (1973) Contribuição à Palinologia dos Cerrados. São Paulo. Tese de Doutorado em Ciências Universidade de São Paulo (Instituto de Biociências, Departamento de Botânica). 291p.

- Santos VJ, Sales MF (2009) A tribo Hippomaneae A. Juss. ex. Spach. (Euphorbiaceae Juss.) no Estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23 (4): 976-990.
- Shepherd GJ (1996) *Fitopac 1: manual do usuário*. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas.
- Souza VC, Lorenzi H (2005) *Botânica Sistemática*. Instituto Plantarum. São Paulo, SP.
- Souza LR, Carneiro-Torres DS, Saba MD, Santos FAR (2017) Pollen morphology of the Acalyphoideae and Euphorbioideae (Euphorbiaceae) of the Caatinga ecoregion in Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 303 (9): 1161-1180.
- Vieira S (1981) *Introdução à Bioestatística*. Rio de Janeiro: Campus.
- Wanderley MGL, Melhem TS (1991) Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Brasil). *Hoehnea* 18(1): 5-42.
- Wurdack KJ, Hoffmann P, Samuel R, De Bruijn A, Van Der Bank M, Chase MW (2004) Molecular phylogenetic analysis of Phyllanthaceae (Phyllanthoideae pro 104 parte, Euphorbiaceae sensu lato) using plastid RBCL DNA sequences. *American Journal of Botany* 91 (11): 1882-1900.
- Wurdack KJ, Hoffmann P, Chase MW (2005) Molecular phylogenetic analysis of uniovulate Euphorbiaceae (Euphorbiaceae sensu stricto) using plastid rbcL and trnLtrnF sequences. *American Journal of Botany* 92: 1397-1420.
- Wurdack KJ, Davis CC (2009) Malpighiales phylogenetics: gaining ground on one of the most recalcitrant clades in the angiosperm tree of life. *American Journal of Botany* 96(8): 1551-1570.
- Ybert JP, Carvalho MA, Scheel-Ybert R (2017) Grãos de pólen de plantas vasculares do Estado do Rio De Janeiro Volume II. Museu Nacional- Série de Livros Digital 8. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CAPÍTULO II

Capítulo redigido segundo as normas para publicação no periódico Grana

PALINOTAXONOMIA DO GÊNERO *MICROSTACHYS* A. JUSS. (EUPHORBIACEAE)

Gabriela Cristina Sakugawa¹, Allan Carlos Pscheidt², Inês Cordeiro³, Monica Lanzoni Rossi⁴,
Adriana Pinheiro Martinelli⁴ & Cynthia Fernandes Pinto da Luz⁵

¹Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stéfano, 3687, São Paulo, SP 04301-902, Brazil

²Faculdades Metropolitanas Unidas - Campus Liberdade, Avenida da Liberdade, 899, São Paulo, SP 01503-001, Brazil

³Núcleo de Pesquisa Curadoria do Herbário-SP, Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stéfano, 3687, São Paulo, SP 04301-902, Brazil

⁴Laboratório de Histopatologia e Biologia Estrutural de Plantas, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Avenida Centenário, 303, Piracicaba, SP 13400-970, Brazil

⁵Núcleo de Pesquisa em Palinologia, Instituto de Botânica, Avenida Miguel Stéfano, 3687, São Paulo, SP 04301-902, Brazil

Corresponding author: Gabriela Cristina Sakugawa (gabisakugawa@gmail.com; telephone +55 11 98203-7886)

Resumo

Na tribo Hippomaneae da família Euphorbiaceae, encontra-se o gênero pantropical *Microstachys* A. Juss., composto por 15 espécies, a maioria delas brasileiras. *Microstachys* é considerado um grupo monofilético, mas estudos polínicos com vários representantes do gênero são escassos. O objetivo deste estudo foi descrever a morfologia polínica de *Microstachys* e encontrar possíveis características diferenciais entre suas espécies. Foram analisadas 10 espécies do gênero representadas por 21 espécimes. Seus grãos de pólen foram acetolisados, medidos, foto- e eletromicrografados. As espécies analisadas possuem pólen em mônades, de tamanho pequeno a médio, isopolares, âmbito distintamente trilobado, oblato-esferoidais, prolato-esferoidais ou subprolotos, tricolporados, com colpos estreitos muito longos, quase unidos nos pólos, algumas vezes formando uma invaginação, com extremidades afiladas e margem do cólporo larga a muito larga e psilada; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas, com extremidades afiladas, presença de *costae* estreita e distinta na endoabertura; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados; no mesocolpo a sexina se afasta da nexina formando *cavea*; sexina sempre mais espessa que a nexina. *Microstachys* é um gênero estenopolínico, apesar de suas espécies variarem quanto ao tamanho, forma, largura da *cavea* e da margem do cólporo e comprimento das endoaberturas, demonstrando valor taxonômico, podendo contribuir em futuras análises sistemáticas.

Palavras-chave: Características polínicas, Euphorbioideae, tribo Hippomaneae, subtribo Hippomaninae.

Na subfamília Euphorbioideae está inserida a tribo Hippomaneae, que tem por características principais a presença de látex leitoso e cáustico ou tóxico, laticíferos não articulados, brácteas frequentemente glandulares e flores apétalas (Gilbert 1994, Esser et al. 1997, Esser 2001). Os membros da tribo são encontrados em savanas e florestas tropicais de todo o mundo (Esser et al. 1997). A tribo é uma das menos conhecidas e uma das que apresentam maiores problemas taxonômicos dentro da subfamília (Webster 1983).

Após vários estudos acerca da classificação taxonômica de Hippomaneae, Esser (2001) propôs a subdivisão da tribo em duas subtribos: Carumbiinae, com apenas um gênero *Homalanthus* A. Juss e aproximadamente 25 espécies, distribuídas pela Tailândia, Malásia, Austrália, Nova Zelândia e Ilhas do Pacífico; e Hippomaninae, com 33 gêneros e cerca de 300 espécies distribuídas pelas Américas, África, Ásia e Oceania (Esser 1999).

Na subtribo Hippomaninae encontra-se o gênero *Microstachys* que foi estabelecido por Jussieu (1824). Müller (1866, 1874) e Pax & Hoffmann (1912) reconheceram os membros de *Microstachys* como seção no gênero *Sebastiania* Spreng. Webster (1994) notou que as espécies dessa seção eram morfologicamente diferentes das outras seções de *Sebastiania* e que possivelmente representavam um gênero distinto. Esser (1998) restabeleceu o gênero, incluindo nele os representantes das seções de *Sebastiania*: *Elachocroton* (F. Mull.) Pax, *Microstachys*, e *Microstachyopsis* (Müll. Arg.) Pax. Esser et al. (1998), Esser (1998, 2001) e Wurdack et al. (2005) definiram *Microstachys* como monofilético.

O gênero apresenta cerca de 15 espécies com distribuição pantropical, concentrando-se principalmente na América do Sul, onde o Brasil abriga a maior diversidade com a ocorrência de 11 espécies, sendo 4 delas endêmicas dos Estados da Bahia, Minas Gerais e Goiás. Três espécies ocorrem como endêmicas na África, e apenas uma ocorre na Ásia e Oceania (Esser 1998, Govaerts et al. 2000, Esser 2001).

Os estudos acerca da morfologia polínica de espécies brasileiras do gênero *Microstachys* são escassos, destacando-se os trabalhos de Punt (1962), Salgado-Labouriau (1967, 1973), Oliveira (1983-1985), Cruz- Barros et al. (2006), Matos et al. (2014), Ybert et al. (2017) e Souza et al. (2017), com base em poucas espécies e às vezes apresentadas como *Sebastiania*.

O objetivo deste estudo foi descrever a morfologia polínica de espécies de *Microstachys* visando avaliar se os dados polínicos permitem o reconhecimento das espécies ou grupos de espécies, para contribuir com a taxonomia do gênero, principalmente na sua delimitação infragenérica, bem como para dar subsídio aos estudos aplicados da Palinologia.

Material e Métodos

Foram analisadas 10 espécies do gênero *Microstachys*: *M. anisodonta* Müll.Arg., *M. bidentata* (Mart. & Zucc.) Esser, *M. corniculata* (Vahl) Griseb., *M. ditassoides* (Didr.) Esser, *M. glandulosa* (Mart. & Zucc.) Esser & M. J. Silva, *M. heterodoxa* (Müll.Arg.) Esser, *M. marginata* (Mart.) Klotzch ex Müll. Arg., *M. nummularifolia* (Cordeiro) Esser, *M. revoluta* (Ule) Esser e *M. salicifolia* (Mart. & Zucc.) M. J. Silva & Pscheidt, representadas por 21 coleções de herbário. O material polínico foi obtido a partir de exsiccatas depositadas no Herbário Científico do Estado “Maria Eneyda P. K. Fidalgo”, Instituto de Botânica, São Paulo, Brasil.

As anteras foram retiradas das inflorescências e os grãos de pólen foram submetidos ao método clássico de acetólise de Erdtman (1960). Posteriormente, os grãos de pólen envolvidos em gelatina glicerizada de Kisser foram colocados entre lâmina e lamínula, juntamente com esferas de massa de modelar menores que 1 mm de diâmetro, evitando-se a compressão e deformação dos grãos de pólen, e por fim foram vedadas com parafina (Reitsma

1969, Melhem et al. 2003). Após as medições as lâminas foram depositadas na Palinoteca do Núcleo de Pesquisa em Palinologia do Instituto de Botânica, São Paulo.

Os grãos de pólen foram medidos em até sete dias após sua preparação (Wanderley & Melhem 1991) utilizando-se microscópio binocular Olympus BX50 com auxílio de uma ocular micrométrica Olympus OSM-4 (10X) de fio móvel e com tambor giratório. As medidas foram realizadas, sempre que possível, em 25 grãos de pólen, visando-se uma uniformidade da amostra (Salgado-Labouriau et al. 1965). Nos grãos de pólen de todos os espécimes foram obtidas as medidas dos eixos polar (EPVE) e equatorial (EEVE) em vista equatorial e eixo equatorial (EEVP) e área polar em vista polar. Para as medidas dos demais caracteres como dimensões das ectoaberturas e endoaberturas, espessura da nexina e sexina, largura da margem e *cavea*, foi calculada, somente, a média aritmética de 10 medidas.

Foram feitos tratamentos estatísticos e dada a faixa de variação, sendo calculados: média aritmética (\bar{x}), desvio padrão da média (s_x), desvio padrão da amostra (s), coeficiente de variabilidade (VC%) e a faixa de variação. As comparações das médias entre cada espécime estudado foram feitas através da análise do intervalo de confiança (IC) a 95% (Vieira 1981), cujos dados foram representados em gráficos usando o pacote estatístico MINITAB® Release 18 para Windows.

Conforme Gasparino et al. (2013), para calcular o índice de largura de cólporo (ILC), dividi-se o valor do eixo equatorial na vista equatorial pela largura do colpo ($\leq 5,00$ para colpos muito largos; entre 5,00 e 7,00 para colpos largos; $\geq 7,00$ para colpos estreitos). O índice de largura da margem (ILM) foi obtido dividindo o valor do eixo equatorial na vista equatorial pela largura da margem [entre 5,00 e 14,99 para margem muito larga ($\geq 1,79\mu\text{m}$); $\geq 15,00$ para margem larga (1,17-1,78 μm)]. O índice do comprimento da endoabertura lalongada (ICE) foi obtido dividindo o valor do eixo equatorial na vista equatorial pelo comprimento da endoabertura ($\geq 4,00$ para endoabertura lalongada, $\leq 3,99$ para endoabertura muito lalongada). O índice de largura da *cavea* (ILCA) foi obtido dividindo o eixo equatorial na vista polar pela largura obtida da *cavea* ($\leq 24,00$ para *cavea* larga; entre 24,01 e 41,00 para *cavea* de largura mediana; $\geq 41,01$ para *cavea* estreita). Todas as classes foram criadas com base nas médias das variáveis métricas entre todos os espécimes.

A classificação da forma (relação entre eixo polar e equatorial, P/E) e do tamanho dos grãos de pólen seguiu Erdtman (1952). A classificação quanto ao índice da área polar (IAP) que é dado pela relação entre a distância das extremidades de duas aberturas adjacentes e a maior largura do grão de pólen em vista polar seguiu Iversen & Troels-Smith (1950) e Faegri & Iversen (1966).

Para testar se as características polínicas permitiam agrupamentos entre espécies foi realizada a análise dos componentes principais (ACP) utilizando-se 12 variáveis métricas: eixo polar em vista equatorial (EPVE); eixo equatorial em vista equatorial (EEVE); eixo equatorial em vista polar (EEVP); largura da área polar (AP); espessura da nexina (NEXI); espessura da sexina (SEXI); largura de margem do cólporo (MARG); largura do cólporo (COLPL); comprimento do cólporo (COLPC); largura da endoabertura (ENDOL), comprimento da endoabertura (ENDOC) e largura da *cavea* (CAVEA). Para isso foram utilizados os programas computacionais Fitopac (Shepherd 1996) para conversão das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural [$\log(x + 1)$] e PC-ORD versão 7 (McCune & Mefford 1999) para ordenação a partir de matriz de covariância.

Para evidenciar a relação entre os espécimes analisados foi realizada a agregação média aritmética não ponderada (unweighted arithmetic average clustering - UPGMA) a partir da Distância Euclidiana dos dados quantitativos das mesmas 12 variáveis métricas descritas anteriormente. Para isso também foram utilizados os programas computacionais Fitopac (Shepherd 1996) para conversão das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo

natural [$\log(x + 1)$] e PC-ORD versão 7 (McCune & Mefford 1999) para construção do dendograma.

Os grãos de pólen preparados para o exame em microscopia óptica foram fotografados digitalmente, com fotomicroscópio binocular Olympus modelo BX50 acoplado a uma câmera de vídeo (Olympus U-CMAD-2) e microcomputador (PC), empregando-se o software Cell Sens da Olympus para Windows.

Para análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV), os grãos de pólen não acetolisados de cada espécie foram lavados com água destilada em banho-maria à 60°C durante 1 minuto, de 5 a 7 vezes para remoção de *pollenkitt* (O.M. Barth, comunicação pessoal), e posteriormente tratados com etanol 70% (Johansen 1940). Os grãos de pólen foram depositados com auxílio de uma pipeta diretamente sob o suporte metálico ("stub"). Os stubs permaneceram em um dissesecador contendo sílica-gel para evitar a umidade do ambiente externo. Após a completa evaporação do álcool e secagem, os stubs foram metalizados e revestidos por pulverização catódica (Leica EM ACE 600) usando Au (ouro) com espessura de 120 nm. As amostras foram observadas sob o MEV JEOL JSM-IT300LV (Tokyo Japan) operando feixe de elétrons de 20 kV e as imagens foram digitalizadas no Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada a Agricultura (ESALQ/USP).

As descrições polínicas seguiram a seqüência proposta por Barth & Melhem (1988) onde são considerados o tamanho, a polaridade, forma dos grãos de pólen, número, caráter e posição das aberturas e, aspectos da ornamentação da exina.

A terminologia adotada para as descrições polínicas foi a de Barth & Melhem (1988) atualizando-a, quando necessário, com a apresentada em inglês por Punt et al. (2007) e Hesse et al. (2009), cuja tradução foi feita para o português.

Resultados

As espécies analisadas possuem pólen em mônades, de tamanho pequeno a médio (tabela I), isopolares, âmbito distintamente trilobado, forma oblato-esferoidal, prolato-esferoidal a subprolata (tabela I), 3-colporados, com colpos estreitos muito longos, algumas vezes quase unidos nos pólos formando uma invaginação, com extremidades afiladas e margem psilada larga a muito larga (tabela III); endoaberturas lalongadas a muito lalongadas (tabela III) com extremidades afiladas e *costae* estreita e distinta; exina microrreticulada homobrocada, com muros simplescolumelados; no mesocolpo a sexina se afasta da nexina formando *cavea* estreita, mediana ou larga; sexina sempre mais espessa que a nexina (tabela III).

Microstachys anisodonta Müll. Arg (Figuras 1A, B, C e 3A, B, C)

Grãos de pólen médios; prolato-esferoidais; margem psilada larga; endoaberturas lalongadas; *cavea* de largura mediana.

Microstachys bidentata (Mart.& Zucc.) Esser (Figuras 1D, E, F e 3D, E)

Grãos de pólen pequenos a médios; prolato-esferoidais; margem psilada muito larga; endoaberturas lalongadas; *cavea* de largura mediana.

Microstachys corniculata (Vahl) Griseb (Figuras 1G, H, I e 3F, G)

Grãos de pólen médios; prolato-esferoidais; margem psilada muito larga; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas; *cavea* de largura mediana.

Microstachys ditassoides (Didr.) Esser (Figuras 1J, K, L e 3H, I)

Grãos de pólen pequenos a médios; oblato-esferoidais a prolato-esferoidais; margem psilada muito larga; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas; *cavea* de largura mediana.

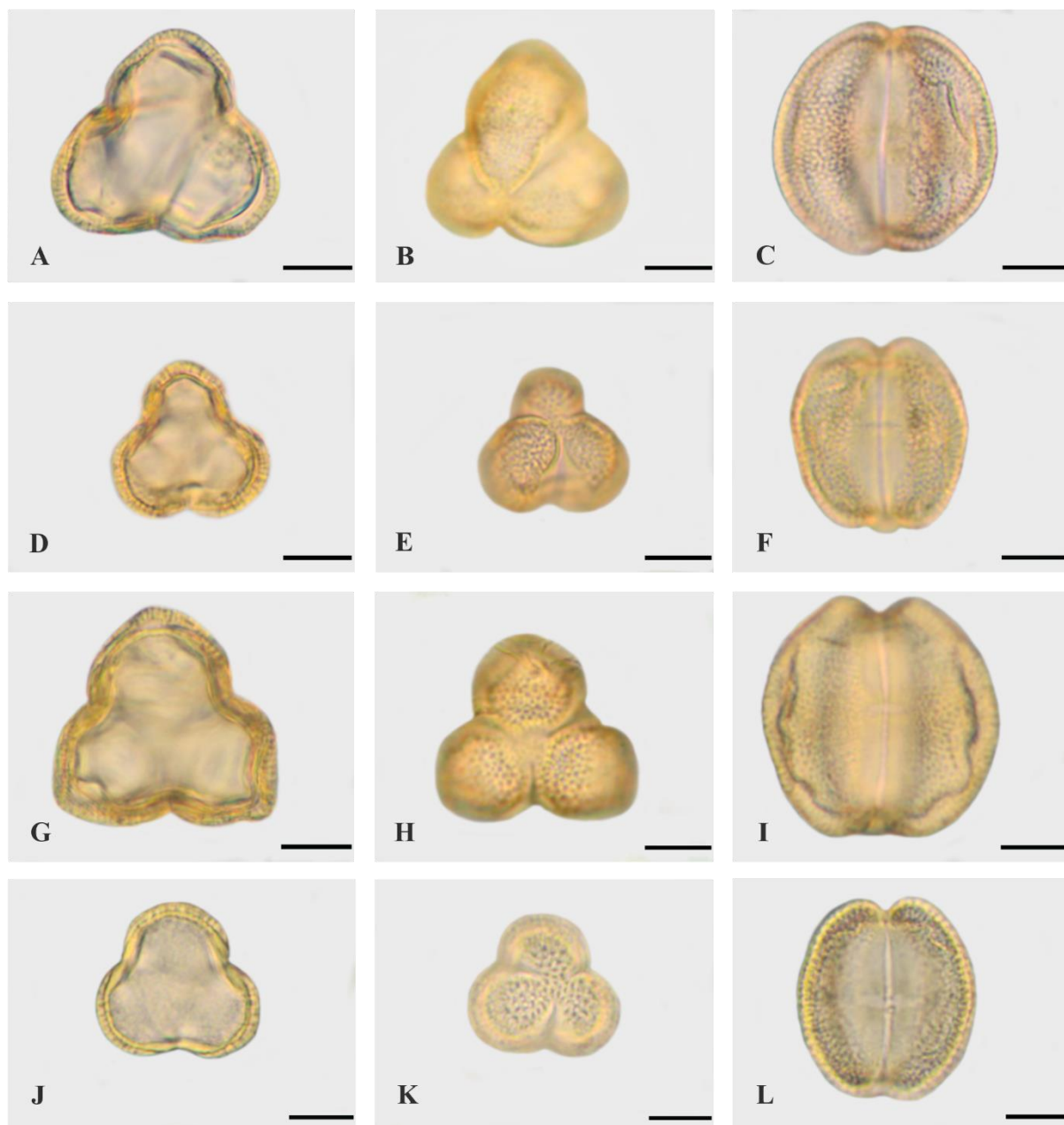


Figura 1. Imagens em microscopia óptica dos grãos de pólen das espécies do gênero *Microstachys*. **A-C.** *Microstachys anisodonta*. **A.** Corte, vista polar. **B.** Superfície, vista polar. **C.** Endoabertura, vista equatorial. **D-F.** *Microstachys bidentata*. **D.** Corte, vista polar. **E.** Superfície, vista polar. **F.** Endoabertura, vista equatorial. **G-I.** *Microstachys corniculata*. **G.** Corte, vista polar. **H.** Superfície, vista polar. **I.** Endoabertura, vista equatorial. **J-L.** *Microstachys ditassoides*. **J.** Corte, vista polar. **K.** Superfície, vista polar. **L.** Endoabertura, vista equatorial. Escalas - 10 μ m.

Microstachys glandulosa (Mart. & Zucc.) Esser & M.J.Silva (Figuras 2A, B e 3J, K, L)

Grãos de pólen pequenos a médios; oblato-esferoidais a prolato-esferoidais; margem psilada muito larga; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas; *cavea* de largura estreita a larga.

Microstachys heterodoxa (Müll.Arg.) Esser (Figuras 2C, D e 4A, B, C)

Grãos de pólen pequenos a médios; prolato-esferoidais a subprolatos; margem psilada muito larga; endoaberturas lalongadas a muito lalongadas; *cavea* de largura mediana.

Microstachys marginata (Mart. & Zucc.) Klotzsch ex Müll.Arg (Figuras 2E, F e 4D, E)

Grãos de pólen médios; subprolatos; margem psilada muito larga; endoaberturas lalongadas; *cavea* de largura mediana.

Microstachys nummularifolia (Cordeiro) Esser (Figuras 2G, H e 4F, G)

Grãos de pólen pequenos a médios; subprolatos; margem psilada muito larga; endoaberturas lalongadas; *cavea* de largura mediana.

Microstachys revoluta (Ule) Esser (Figuras 2I, J e 4H, I, J)

Grãos de pólen médios; prolato-esferoidais; margem psilada larga; endoaberturas muito lalongadas; *cavea* de largura mediana.

Microstachys salicifolia (Mart.) Pax (Figuras 2K, L e 4K, L)

Grãos de pólen médios; prolato-esferoidais a subprolatos; margem psilada muito larga; endoaberturas lalongadas; *cavea* de largura mediana.

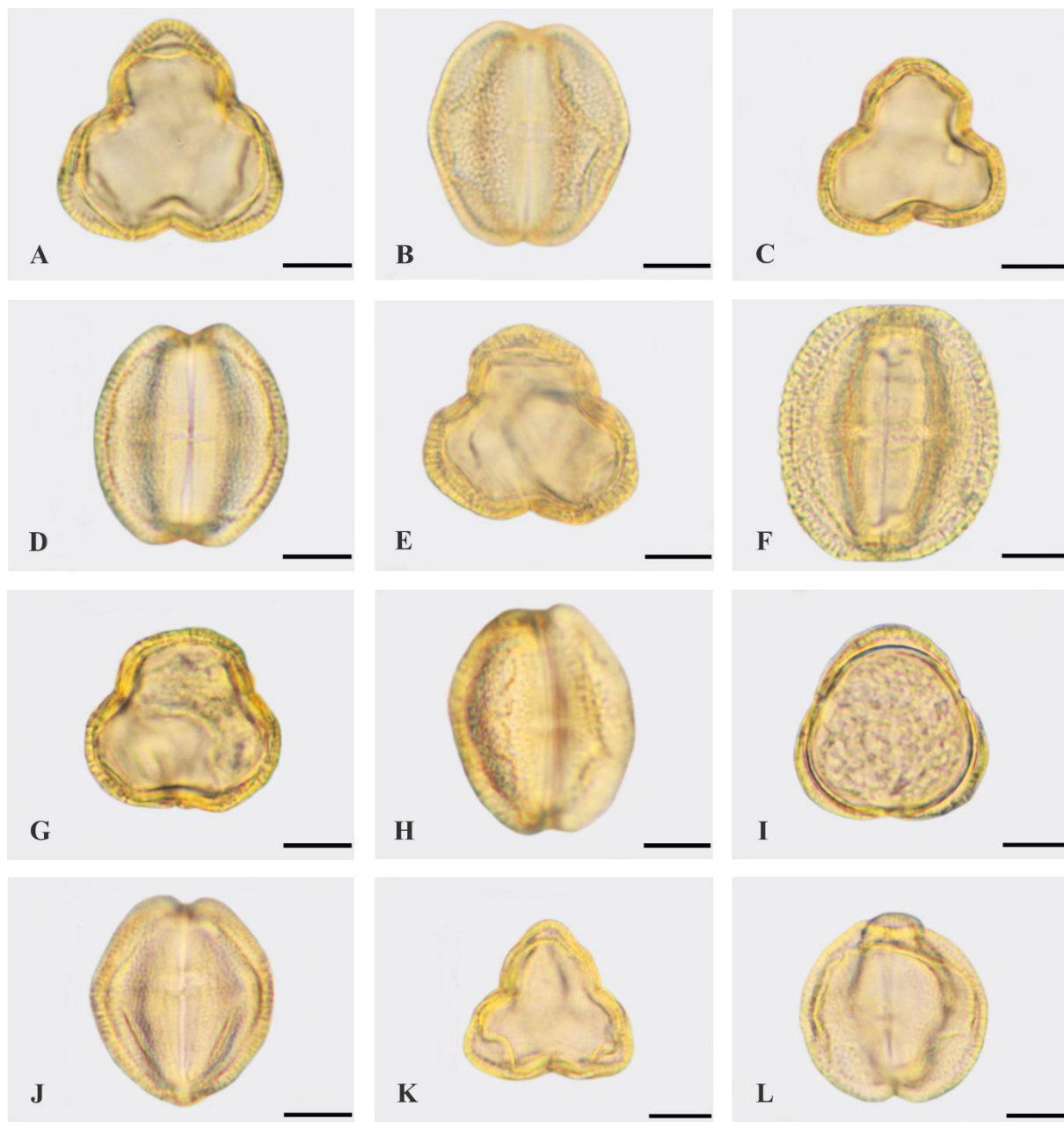


Figura 2. Imagens em microscopia óptica dos grãos de pólen das espécies do gênero *Microstachys*. **A-B.** *Microstachys glandulosa*. **A.** Corte, vista polar. **B.** Endoabertura, vista equatorial. **C-D.** *Microstachys heterodoxa*. **C.** Corte, vista polar. **D.** Endoabertura, vista equatorial. **E-F.** *Microstachys marginata*. **E.** Corte, vista polar. **F.** Endoabertura, vista equatorial. **G-H.** *Microstachys nummularifolia*. **G.** Corte, vista polar. **H.** Endoabertura, vista equatorial. **I-J.** *Microstachys revoluta*. **I.** Corte, vista polar. **J.** Endoabertura, vista equatorial. **K-L.** *Microstachys salicifolia*. **K.** Corte, vista polar. **L.** Endoabertura, vista equatorial. Escalas - 10 μ m.

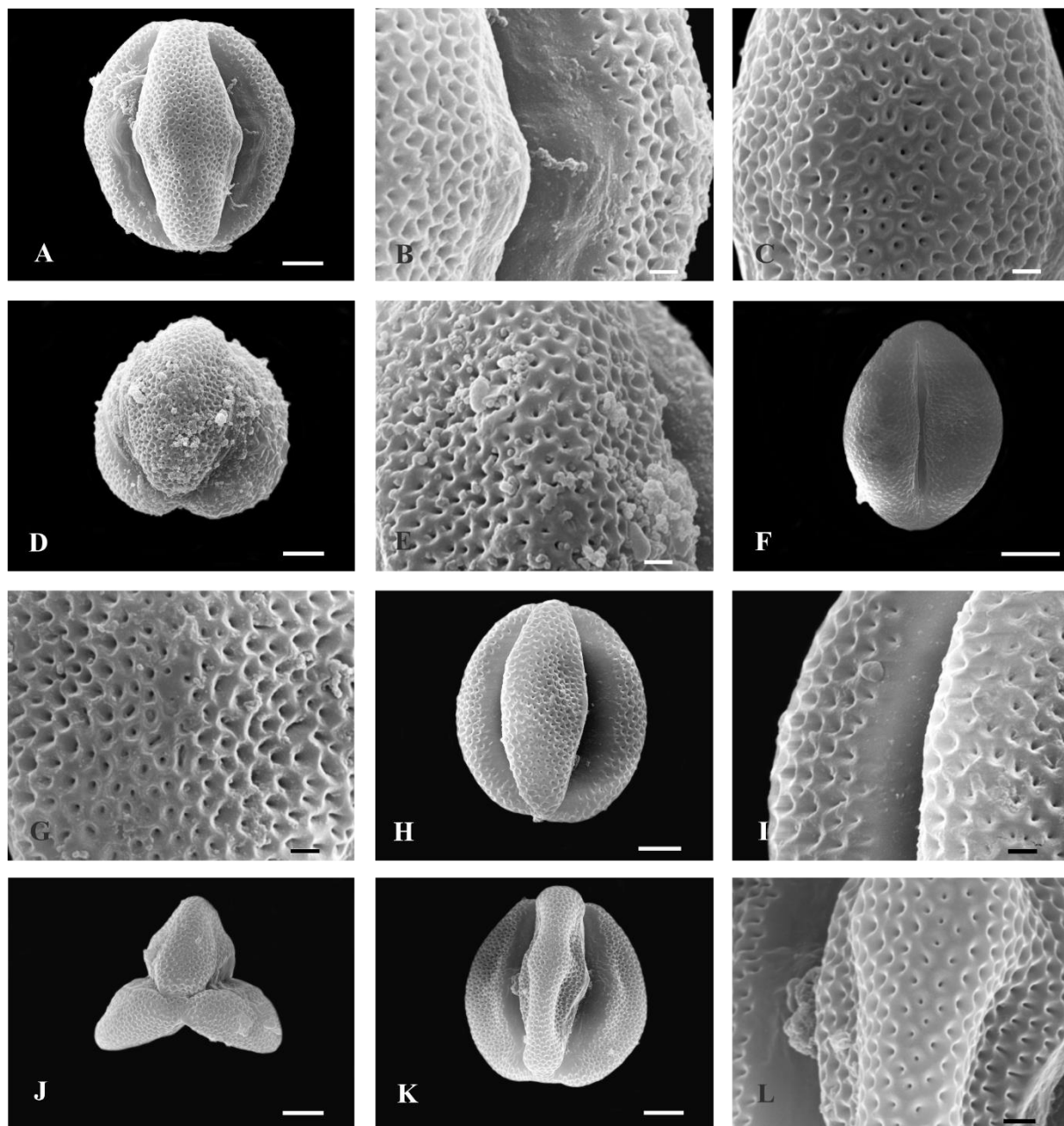


Figura 3. Imagens em microscopia eletrônica de varredura dos grãos de pólen das espécies do gênero *Microstachys*. **A-C.** *Microstachys anisodonta*. **A.** Vista equatorial. **B.** Detalhe da margem do cólporo. **C.** Detalhe da ornamentação no mesocolpo. **D-E.** *Microstachys bidentata*. **D.** Aproximadamente vista polar. **E.** Detalhe da ornamentação no apocolpo. **F-G.** *Microstachys corniculata*. **F.** Vista equatorial. **G.** Detalhe da ornamentação no mesocolpo. **H-I.** *Microstachys ditassoides*. **H.** Vista equatorial. **I.** Detalhe da margem do cólporo. **J-L.** *Microstachys glandulosa*. **J.** Vista polar. **K.** Vista equatorial. **L.** Detalhe da margem do cólporo. Escalas - 10 μm (F), 5 μm (A, D, H, J, K), 1 μm (B, C, E, G, I, L).

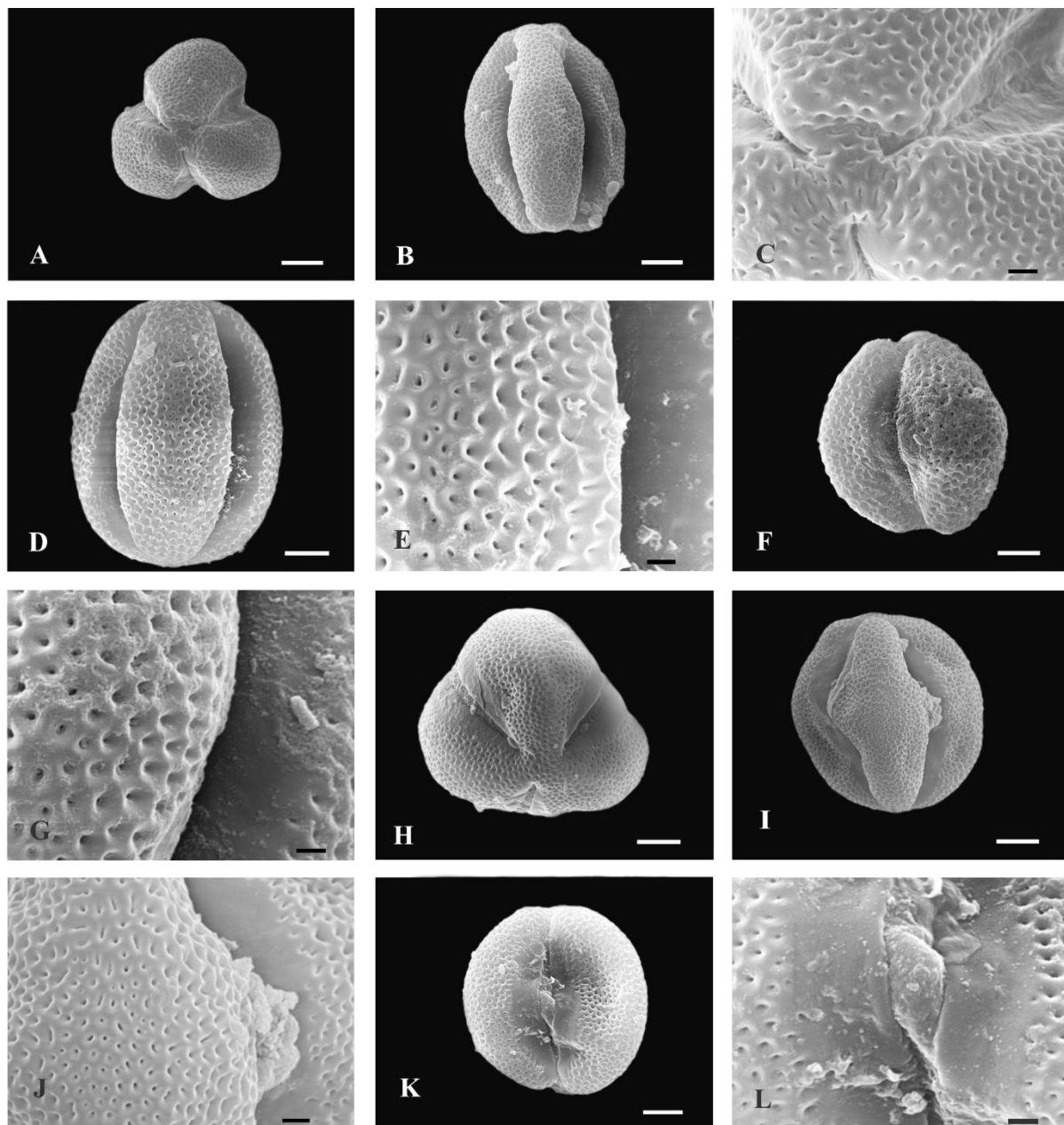


Figura 4. Imagens em microscopia eletrônica de varredura dos grãos de pólen das espécies do gênero *Microstachys*. **A-C.** *Microstachys heterodoxa*. **A.** Vista polar. **B.** Vista equatorial. **C.** Detalhe da ornamentação do apocolpo e da margem do cólporo. **D-E.** *Microstachys marginata*. **D.** Vista equatorial. **E.** Detalhe da margem do cólporo. **F-G.** *Microstachys nummularifolia*. **F.** Vista equatorial. **G.** Detalhe da margem do cólporo. **H-J.** *Microstachys revoluta*. **H.** Vista polar. **I.** Vista equatorial. **J.** Detalhe da margem do cólporo. **K-L.** *Microstachys salicifolia*. **K.** Vista equatorial. **L.** Detalhe da margem do cólporo. Escalas - 5 μm (A, B, D, F, H, I, K), 1 μm (C, E, G, J, L).

Tabela I. Medidas (em micrometros) dos eixos em vista equatorial e forma dos grãos de pólen de espécimes do gênero *Microstachys*.

Espécimes	Eixo Polar em Vista Equatorial			Eixo Equatorial em Vista Equatorial			Forma P/E
	ICi(x±sx)ICf	s	V%	ICi(x±sx)ICf	s	V%	
<i>Microstachys anisodonta</i> SP 443617	32,96(33,63±0,33)34,30	1,63	4,85	32,04(32,56±0,25)33,07	1,25	3,85	1,03
<i>Microstachys bidentata</i> SP 442650	26,24(27,24±0,49)28,24	2,43	8,92	25,68(26,65±0,47)27,62	2,36	8,86	1,02
<i>Microstachys bidentata</i> SP 447096	27,09(27,70±0,29)28,31	1,47	5,32	25,74(26,29±0,27)26,85	1,35	5,12	1,05
<i>Microstachys bidentata</i> SP 472280	22,56(23,31±0,37)24,07	1,83	7,85	22,32(23,01±0,33)23,70	1,67	7,27	1,01
<i>Microstachys corniculata</i> SP 335622	30,47(31,39±0,45)32,32	2,25	7,16	28,34(29,47±0,55)30,59	2,73	9,26	1,07
<i>Microstachys corniculata</i> SP 443042	32,37(33,58±0,59)34,80	2,96	8,80	31,36(32,14±0,38)32,92	1,90	5,90	1,04
<i>Microstachys corniculata</i> SP 472551	28,29(29,66±0,67)31,04	3,33	11,21	28,48(29,51±0,50)30,55	2,51	8,52	1,01
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 311809	24,84(25,73±0,43)26,62	2,16	8,39	24,14(24,77±0,30)25,39	1,52	6,13	1,04
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 316971	26,84(27,41±0,27)27,97	1,37	5,01	27,26(27,72±0,22)28,17	1,10	3,96	0,99
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 359993	27,67(28,48±0,39)29,28	1,95	6,84	26,53(26,98±0,22)27,42	1,09	4,02	1,06
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 326968	23,68(24,37±0,33)25,06	1,67	6,87	24,36(24,95±0,29)25,54	1,44	5,78	0,98
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 441766	27,42(28,20±0,38)28,99	1,90	6,75	24,47(24,93±0,22)25,38	1,10	4,43	1,13
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 1487965	29,58(30,43±0,41)31,28	2,07	6,79	29,57(30,07±0,24)30,57	1,21	4,01	1,01
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 262296	29,02(30,05±0,50)31,08	2,50	8,31	26,77(27,40±0,31)28,04	1,54	5,61	1,10
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 452608	31,06(32,03±0,47)32,99	2,34	7,31	25,48(26,05±0,28)26,62	1,38	5,30	1,23
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 471001	31,98(32,70±0,35)33,42	1,75	5,35	27,71(28,35±0,31)28,99	1,55	5,48	1,15
<i>Microstachys marginata</i> SP 443603	32,15(32,62±0,23)33,08	1,14	3,48	26,27(27,67±0,68)29,06	3,38	12,23	1,18
<i>Microstachys nummularifolia</i> SP 443601	26,93(28,18±0,61)29,42	3,03	10,75	23,02(23,94±0,44)24,85	2,22	9,25	1,18
<i>Microstachys revoluta</i> SP 452820	26,94(27,92±0,48)28,90	2,38	8,54	27,07(27,91±0,41)28,74	2,04	7,29	1,00
<i>Microstachys salicifolia</i> SP 442663	33,16(33,55±0,19)33,94	0,94	2,81	28,45(28,87±0,20)29,29	1,02	3,54	1,16
<i>Microstachys salicifolia</i> SP 443607	26,92(28,05±0,55)29,17	2,73	9,74	25,42(26,25±0,40)27,08	2,01	7,67	1,06

Tabela II. Tabela II. Medidas (em micrometros) do eixo equatorial na vista polar, área polar e índice da área polar dos grãos de pólen de espécimes do gênero *Microstachys*. Índice da Área Polar (IAP): 0 sem área polar; < 0,25 ectoabertura muito longa; 0,25 a 0,50 ectoabertura longa; 0,50 a 0,75 ectoabertura curta; > 0,75 ectoabertura muito curta.

Espécimes	Eixo Equatorial em Vista Polar			Área Polar			IAP
	ICi(x±sx)ICf	s	V%	ICi(x±sx)ICf	s	V%	
<i>Microstachys anisodonta</i> SP 443617	32,34(32,95±0,26)33,55	2,41	7,32	2,80(2,92±0,05)3,04	0,48	16,52	0,08
<i>Microstachys bidentata</i> SP 442650	25,20(26,04±0,41)26,88	2,04	7,82	2,28(2,61±0,16)2,93	0,79	30,43	0,10
<i>Microstachys bidentata</i> SP 447096	24,00(24,32±0,14)24,63	1,15	4,73	3,14(3,28±0,06)3,43	0,53	16,11	0,13
<i>Microstachys bidentata</i> SP 472280	21,21(22,04±0,37)22,87	3,03	13,75	2,73(2,87±0,06)3,02	0,52	17,99	0,13
<i>Microstachys corniculata</i> SP 335622	30,27(30,75±0,22)31,24	1,78	5,79	2,60(2,74±0,06)2,88	0,51	18,60	0,08
<i>Microstachys corniculata</i> SP 443042	28,10(28,88±0,35)29,66	2,86	9,89	3,38(3,52±0,06)3,65	0,51	14,38	0,12
<i>Microstachys corniculata</i> SP 472551	28,32(28,95±0,29)29,58	2,00	6,91	3,46(3,73±0,12)4,00	0,85	22,76	0,12
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 311809	22,88(23,33±0,20)23,78	1,64	7,03	2,76(2,89±0,06)3,02	0,48	16,59	0,12
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 316971	26,01(26,43±0,19)26,86	1,55	5,88	3,37(3,47±0,04)3,56	0,33	9,56	0,13
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 359993	25,49(26,29±0,38)27,09	2,46	9,35	2,70(2,83±0,06)2,96	0,40	14,06	0,10
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 326968	20,50(21,02±0,23)21,53	1,87	8,92	2,37(2,53±0,07)2,70	0,60	23,63	0,12
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 441766	23,88(24,18±0,14)24,49	1,12	4,65	2,77(2,87±0,04)2,96	0,36	12,57	0,11
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 1487965	29,26(29,82±0,25)30,38	2,05	6,88	3,02(3,12±0,05)3,23	0,39	12,59	0,10
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 262296	25,43(26,36±0,42)27,30	3,43	13,00	3,18(5,39±0,99)7,60	8,08	19,08	0,20
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 452608	20,91(21,66±0,35)22,40	2,29	10,59	2,96(3,09±0,06)3,21	0,38	12,47	0,14
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 471001	25,17(25,64±0,22)26,12	1,42	5,53	2,83(2,95±0,05)3,06	0,34	11,44	0,11
<i>Microstachys marginata</i> SP 443603	28,83(29,24±0,19)29,66	1,36	4,65	3,37(3,47±0,05)3,56	0,32	9,28	0,11
<i>Microstachys nummularifolia</i> SP 443601	22,14(22,80±0,31)23,46	2,10	9,19	3,20(3,37±0,08)3,54	0,55	16,23	0,14
<i>Microstachys revoluta</i> SP 452820	24,41(25,07±0,30)25,72	2,15	8,57	3,35(3,50±0,07)3,65	0,50	14,25	0,13
<i>Microstachys salicifolia</i> SP 442663	26,76(27,50±0,34)28,25	2,53	9,21	2,92(3,00±0,04)3,08	0,26	8,62	0,10
<i>Microstachys salicifolia</i> SP 443607	26,32(26,66±0,15)27,00	1,20	4,48	2,52(2,64±0,05)2,75	0,40	15,04	0,09

Tabela III. Medidas (em micrômetros) da espessura da nexina e sexina, largura da cavea, largura de margem do cólporo, índice de largura da margem do cólporo, largura e comprimento dos cólporos, índice de largura do cólporo, largura e comprimento das endoaberturas e índice da endoabertura dos grãos de pólen de espécimes do gênero *Microstachys*. Índice de largura da margem (ILM): entre 5,00 e 14,99 para margem muito larga ($\geq 1,79\mu\text{m}$); $\geq 15,00$ para margem larga (1,17- 1,78 μm). Índice da largura do cólporo (ILC): $\leq 5,00$ - colpos muito largos; entre 5,00 e 7,00- colpos largos, $\geq 7,00$ - colpos estreitos. Índice do comprimento da endoabertura (ICE): $\geq 4,00$ - endoabertura alongada; $\leq 3,99$ - endoabertura muito alongada). Índice de largura da cavea (ILCA): $\leq 24,00$ para cavea estreita; entre 24,01 e 41,00 para cavea de largura mediana; $\geq 41,01$ para cavea larga.

Espécimes	Nexina	Sexina	Cavea	ILCA	Largura da margem do cólporo	ILM	Cólporo Largura/Comprimento	ILC	Endoabertura Largura/Comprimento	ICE
<i>Microstachys anisodonta</i> SP 443617	0,40	3,31	0,84	39,23	1,78	18,29	1,43-23,80	22,77	1,46-6,60	4,93
<i>Microstachys bidentata</i> SP 442650	0,45	2,54	0,66	39,45	2,46	10,83	1,17-21,22	22,78	1,54-4,04	6,60
<i>Microstachys bidentata</i> SP 447096	0,41	2,57	0,85	28,61	2,40	10,95	1,48-17,74	17,76	1,51-4,76	5,52
<i>Microstachys bidentata</i> SP 472280	0,46	2,32	0,78	28,26	2,16	10,65	1,60-14,74	14,38	1,46-4,03	5,71
<i>Microstachys corniculata</i> SP 335622	0,37	2,28	0,76	40,46	3,30	8,93	1,62-22,85	18,19	1,83-8,08	3,65
<i>Microstachys corniculata</i> SP 443042	0,38	3,39	0,76	38,00	2,91	11,04	1,71-21,35	18,80	1,68-7,12	4,51
<i>Microstachys corniculata</i> SP 472551	0,40	2,21	0,75	38,60	5,29	5,57	1,47-19,41	20,07	1,67-8,55	3,45
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 311809	0,38	2,08	0,70	33,33	3,04	8,14	1,05-18,99	23,59	1,51-5,61	4,42
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 316971	0,37	1,78	0,75	35,24	2,97	9,33	1,25-20,73	22,18	1,50-6,53	4,25
<i>Microstachys ditassoides</i> SP 359993	0,42	2,18	0,79	33,28	3,58	7,53	1,48-21,72	18,23	1,55-6,79	3,97
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 326968	0,43	2,49	0,90	23,36	2,90	8,60	1,56-17,60	19,33	1,43-6,27	3,98
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 441766	0,31	2,31	0,82	29,49	2,19	11,38	1,29-21,57	20,46	1,32-4,90	5,09
<i>Microstachys glandulosa</i> SP 1487965	0,36	2,84	0,63	47,33	3,12	9,63	1,47-22,11	24,04	1,50-5,29	5,68
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 262296	0,34	2,28	0,67	39,34	2,50	10,96	1,14-22,28	20,84	1,22-5,27	5,20
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 452608	0,44	2,51	0,89	24,34	2,46	10,58	1,25-23,35	26,25	1,45-6,81	3,83
<i>Microstachys heterodoxa</i> SP 471001	0,42	2,89	0,86	29,81	2,54	11,16	1,08-24,51	31,09	1,29-5,99	4,73
<i>Microstachys marginata</i> SP 443603	0,44	3,12	0,73	40,05	3,30	8,38	0,89-22,79	20,64	0,97-6,63	4,17
<i>Microstachys nummularifolia</i> SP 443601	0,49	2,34	0,76	30,00	1,95	12,27	1,16-19,82	21,80	0,92-4,26	5,62
<i>Microstachys revoluta</i> SP 452820	0,51	2,69	0,88	28,49	1,17	23,85	1,28-20,02	23,86	1,23-7,07	3,95
<i>Microstachys salicifolia</i> SP 442663	0,58	2,84	0,85	32,35	2,04	14,15	1,21-25,33	24,53	1,22-6,01	4,80
<i>Microstachys salicifolia</i> SP 443607	0,40	2,91	0,80	33,33	2,85	9,21	1,07-18,92	19,33	1,01-5,44	4,83

Analisando-se o intervalo de confiança a 95% do eixo polar em vista equatorial pode-se notar que (Figura 5):

Os valores formaram um contínuo, sendo *Microstachys bidentata* SP 472280 o espécime que apresentou os menores grãos de pólen e *Microstachys anisodonta* SP 443617 o que apresentou os maiores. Todos os espécimes apresentaram variações nas amplitudes dos limites do intervalo de confiança, com a menor variação observada em *Microstachys salicifolia* SP 442663.

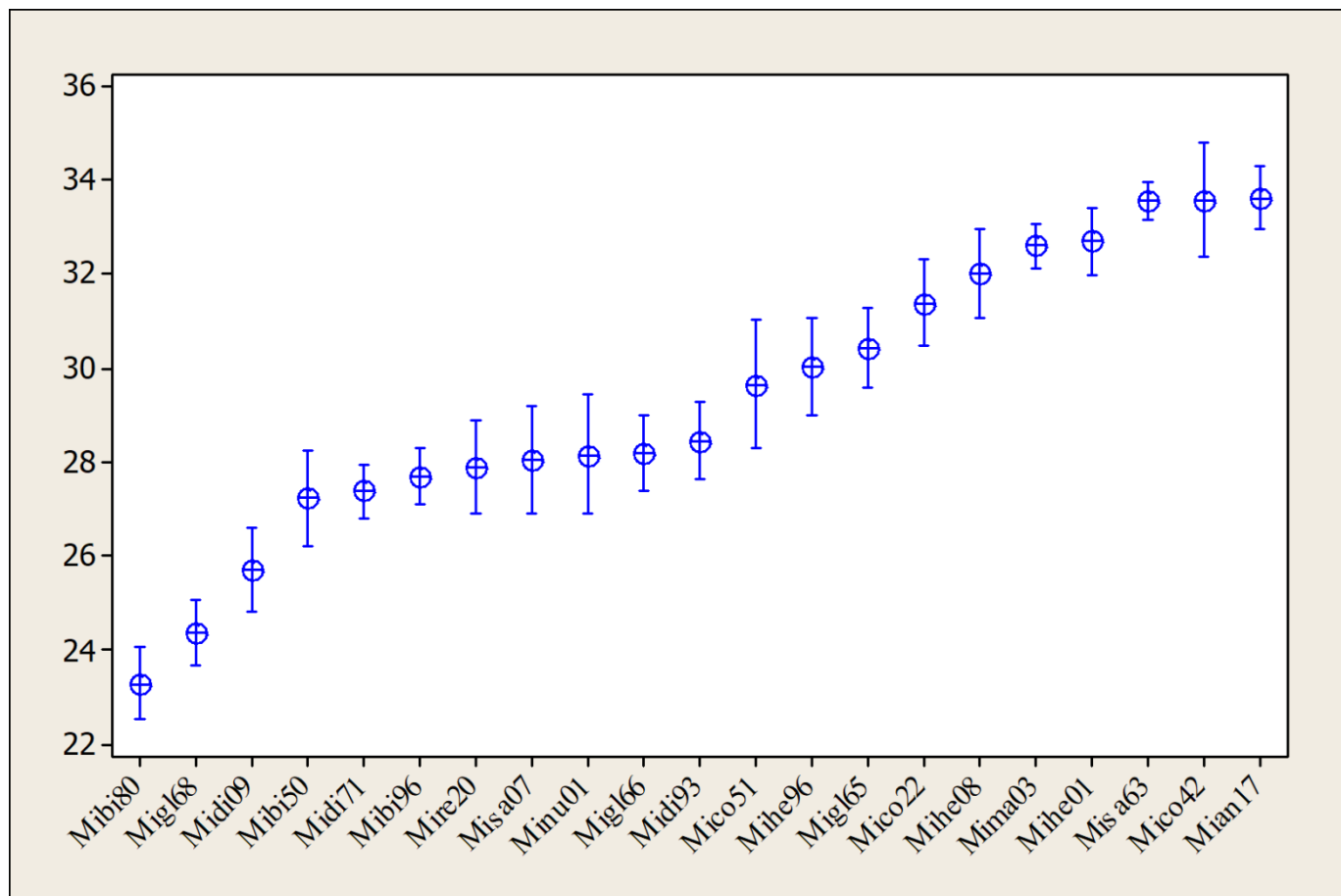


Figura 5. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95% do eixo polar em vista equatorial (EPVE) dos grãos de pólen dos espécimes do gênero *Microstachys*. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. Mian17= *Microstachys anisodonta* SP443617, Mibi50= *Microstachys bidentata* SP442650, Mibi96= *Microstachys bidentata* SP447096, Mibi80= *Microstachys bidentata* SP472280, Mico22= *Microstachys corniculata* SP335622, Mico42= *Microstachys corniculata* SP443042, Mico51= *Microstachys corniculata* SP472551, Midi09= *Microstachys ditassoides* SP311809, Midi71= *Microstachys ditassoides* SP316971, Midi93= *Microstachys ditassoides* SP359993, Migl68= *Microstachys glandulosa* SP326968, Migl66= *Microstachys glandulosa* SP441766, Migl65= *Microstachys glandulosa* SP1487965, Mihe96= *Microstachys heterodoxa* SP262296, Mihe08= *Microstachys heterodoxa* SP452608, Mihe01= *Microstachys heterodoxa* SP471001, Mima03= *Microstachys marginata* SP443603, Minu01= *Microstachys nummularifolia* SP443601, Mire20= *Microstachys revoluta* SP452820, Misa63= *Microstachys salicifolia* SP442663, Misa07= *Microstachys salicifolia* SP443607.

Os espécimes de *Microstachys* analisados foram submetidos a Análise de Componentes Principais (ACP) com o objetivo de ordená-los com base em 12 variáveis métricas dos seus grãos de pólen (Figura 6). Os dois primeiros eixos representaram 66,37% da variabilidade total dos dados analisados. O primeiro eixo resumiu 40,13% da variância, tendo como variáveis mais correlacionadas ($>0,0246$), o eixo equatorial em vista polar (EEVP), a largura da área polar (AP), a largura do colpo (COLPL), a largura e o comprimento da endoabertura (ENDOL e ENDOC) e a largura da margem (MARG). O segundo eixo contribuiu menos (26,24%) para a ordenação, tendo como variáveis mais correlacionadas ($>0,0576$) o eixo polar em vista equatorial (EPVE), o eixo equatorial em vista equatorial (EEVE), espessura da sexina e nexina (SEXI e NEXI), largura da *cavea* (CAVEA) e o comprimento do colpo (COLPC) (Tabela IV).

No lado inferior direito do gráfico ficaram ordenados os espécimes com os maiores grãos de pólen *M. anisodonta* SP 443617 e *M. corniculata* SP 443042 e os com as maiores áreas polares *M. heterodoxa* SP 471001, *M. heterodoxa* SP 452608, *M. marginata* SP 443603 e *M. glandulosa* SP 487965. Em contraste, no lado superior esquerdo do gráfico ordenaram-se os espécimes com os menores grãos de pólen, menores áreas polares e com os menores comprimentos de colpo e endoabertura, incluindo todos os espécimes de *M. bidentata* (SP 442650, SP 447096, SP 4722800), *M. nummularifolia* SP 443601, *M. glandulosa* SP 441766, *M. glandulosa* SP 326968, *M. salicifolia* SP 443607 e *M. ditassoides* SP 311809.

No lado superior direito do gráfico ordenaram-se os espécimes com as maiores margens, com as maiores larguras de colpo e endoabertura, *cavea* mais estreitas e menor espessura da nexina, *M. ditassoides* SP 316971, *M. ditassoides* SP 359993, *M. corniculata* SP 335622 e *M. corniculata* SP 472551. Em contraste, no lado inferior esquerdo do gráfico ordenaram-se os espécimes com as *cavea* mais largas, maior espessura da nexina, margens dos cólpores mais estreitas e menores larguras de colpo e endoabertura *M. heterodoxa* SP 262296, *M. salicifolia* SP 442663 e *M. revoluta* SP 452820.

Tabela IV. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen dos dois primeiros eixos da ordenação pela ACP para as espécies de *Microstachys*.

Siglas	Variáveis (significado)	Componentes principais	
		Eixo 1	Eixo 2
EPVE	Eixo polar em vista equatorial	0.2036	-0.3633
EEVE	Eixo equatorial em vista equatorial	0.2293	-0.2508
EEVP	Eixo equatorial em vista polar	0.2861	-0.2637
AP	Tamanho da Área polar	0.0933	-0.0708
SEXI	Espessura da Nexina	0.0246	-0.3847
NEXI	Espessura da Sexina	-0.0520	-0.0585
CAVEA	Largura da <i>Cavea</i>	-0.0274	-0.0576
COLPL	Largura do colpo	0.0850	0.0835
COLPC	Comprimento do colpo	0.1886	-0.4033
ENDOL	Largura da endoabertura	0.1881	0.1380
ENDOC	Comprimento da endoabertura	0.5756	-0.1962
MARG	Largura da Margem	0.6339	0.5905

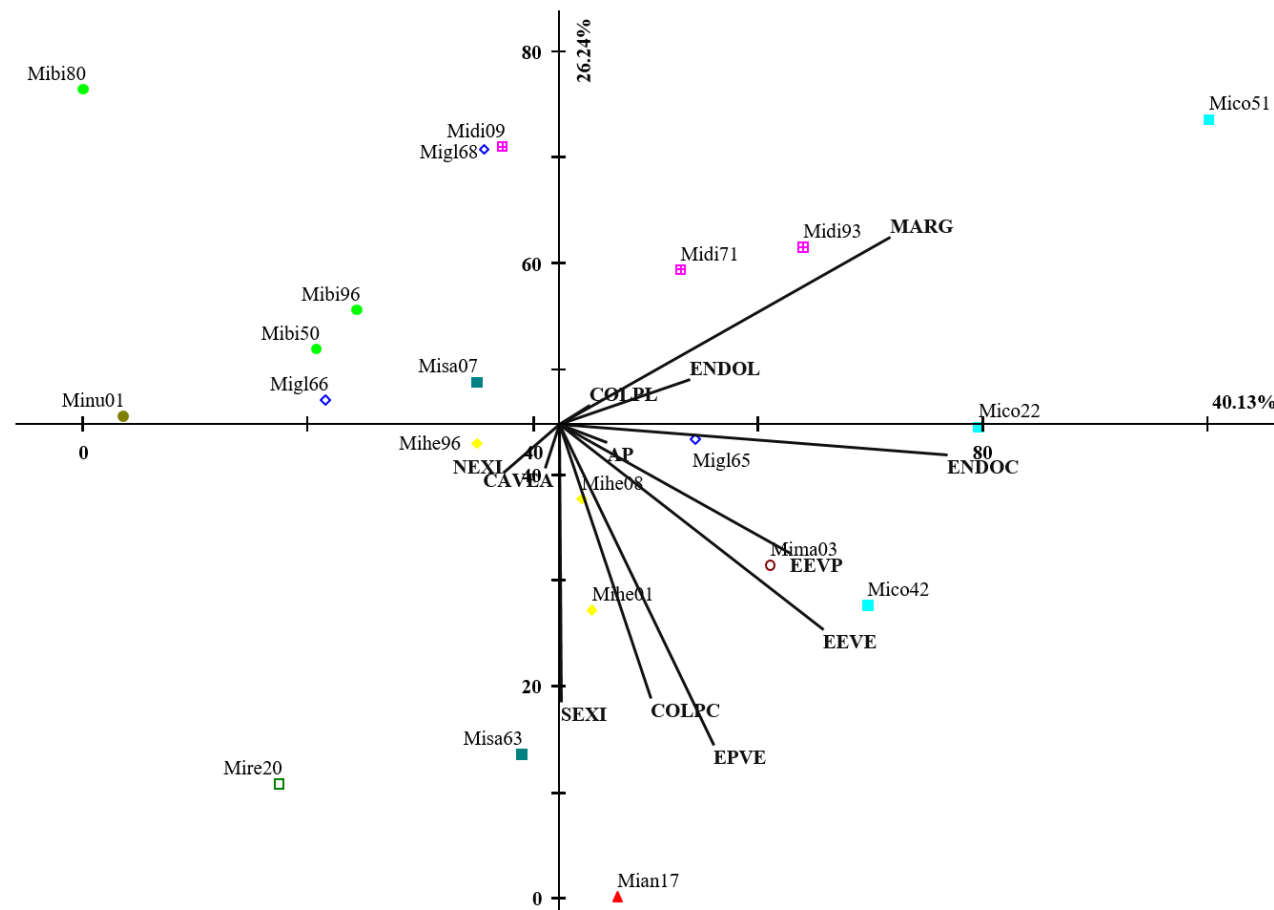


Figura 6. Ordenação pela Análise de Componentes Principais dos espécimes do gênero *Microstachys* em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. Mian17= *Microstachys anisodonta* SP443617, Mibi50= *Microstachys bidentata* SP442650, Mibi96= *Microstachys bidentata* SP447096, Mibi80= *Microstachys bidentata* SP472280, Mico22= *Microstachys corniculata* SP335622, Mico42= *Microstachys corniculata* SP443042, Mico51= *Microstachys corniculata* SP472551, Midi09= *Microstachys ditassoides* SP311809, Midi71= *Microstachys ditassoides* SP316971, Midi93= *Microstachys ditassoides* SP359993, Migl68= *Microstachys glandulosa* SP326968, Migl66= *Microstachys glandulosa* SP441766, Migl65= *Microstachys glandulosa* SP1487965, Mihe96= *Microstachys heterodoxa* SP262296, Mihe08= *Microstachys heterodoxa* SP452608, Mihe01= *Microstachys heterodoxa* SP471001, Mima03= *Microstachys marginata* SP443603, Minu01= *Microstachys nummularifolia* SP443601, Mire20= *Microstachys revoluta* SP452820, Misa63= *Microstachys salicifolia* SP442663, Misa07= *Microstachys salicifolia* SP443607.

Para compreender como os espécimes do gênero *Microstachys* relacionam-se entre si foi realizada a Análise de Cluster (AC) que produziu um dendograma de similaridade pelo cálculo da Distância Euclidiana com base nas mesmas 12 variáveis da ACP (Figura 7).

Com 0% de similaridade com os demais espécimes encontra-se *M. corniculata* SP 472551 devido a sua margem ser a maior dentre todos os espécimes analisados.

M. bidentata SP 472280 ficou separada dos demais espécimes de *Microstachys* (com pouco mais de 12,5% de similaridade) por possuir os menores grãos de pólen e também menor comprimento de colpo dentre todos os espécimes analisados.

M. revoluta SP 452820 se diferencia dos demais espécimes (similaridade entre 25% e 37,5%) devido a sua margem ser a menor dentre todos os espécimes analisados.

M. heterodoxa SP 262296 se diferencia dos demais espécimes (com um pouco mais de 25% de similaridade) por apresentar a maior área polar dentre todos os espécimes analisados.

Quanto aos espécimes mais similares destacam-se *M. heterodoxa* SP 471001 e *M. salicifolia* SP 442663 com 100% de similaridade, e *M. glandulosa* SP 441766 e *M. heterodoxa* SP 262296 com aproximadamente 98% de similaridade.

De uma maneira geral os espécimes de uma mesma espécie separaram-se uns dos outros, com exceção dos espécimes de *M. ditassoides* indicando que não há uma variação significativa nas características polínicas dentro desta espécie.

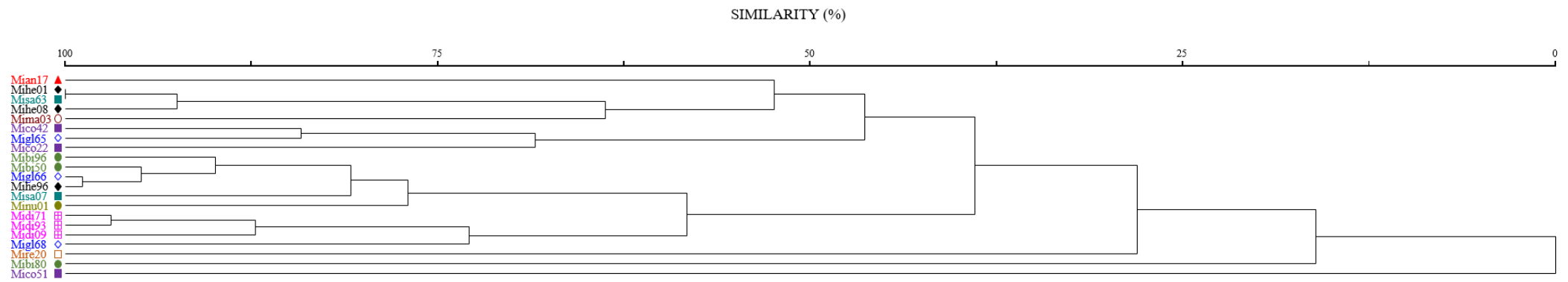


Figura 7. Dendograma construído a partir da análise de cluster (Distância Euclidiana) para os espécimes do gênero *Microstachys*. ▲ Mian17= *Microstachys anisodonta* SP443617, ● Mibi50= *Microstachys bidentata* SP442650, ● Mibi96= *Microstachys bidentata* SP447096, ● Mibi80= *Microstachys bidentata* SP472280, ■ Mico22= *Microstachys corniculata* SP335622, ■ Mico42= *Microstachys corniculata* SP443042, ■ Mico51= *Microstachys corniculata* SP472551, ⊞ Midi09= *Microstachys ditassoides* SP311809, ⊞ Midi71= *Microstachys ditassoides* SP316971, ⊞ Midi93= *Microstachys ditassoides* SP359993, ◇ Migl68= *Microstachys glandulosa* SP326968, ◇ Migl66= *Microstachys glandulosa* SP441766, ◇ Migl65= *Microstachys glandulosa* SP1487965, ◆ Mihe96= *Microstachys heterodoxa* SP262296, ◆ Mihe08= *Microstachys heterodoxa* SP452608, ◆ Mihe01= *Microstachys heterodoxa* SP471001, ○ Mima03= *Microstachys marginata* SP443603, ● Minu01= *Microstachys nummularifolia* SP443601, □ Mire20= *Microstachys revoluta* SP452820, ■ Misa63= *Microstachys salicifolia* SP442663, ■ Misa07= *Microstachys salicifolia* SP443607.

Discussão

Os dados aqui obtidos são inéditos para as espécies *Microstachys anisodonta*, *M. nummularifolia* e *M. salicifolia*.

Com relação às 10 espécies estudadas de *Microstachys* a presença de margens nas aberturas dos grãos de pólen foi uma constante, cuja variação se deu somente quanto a sua largura, prevalecendo nelas a ornamentação psilada. Em algumas espécies a margem apresentou largura ligeiramente menor como em *M. anisodonta* e *M. revoluta*. A ornamentação da exina foi sempre a microrreticulada e outra característica constante foi a presença de *cavea*. A endoabertura se mostrou sempre estreita e comprida no sentido transversal, mas comparativamente apresentou variações em seu comprimento, tendo sido classificadas como lalongadas a muito lalongadas. A *costae* foi vista na endoabertura caracterizada como estreita e distinta. O tamanho dos grãos de pólen variou de pequeno a médio, com algumas diferenças entre espécimes da mesma espécie. A forma dos grãos de pólen variou de oblato-esferoidal a subprolata.

Salgado-Labouriau (1973) descreveu a morfologia polínica de *Sebastiania virgata* var. *odontococca* Müll.Arg. que é sinônimo heterotípico de *Microstachys bidentata*. Segundo a autora a margem no cólporo seria ausente e a ornamentação da exina seria pilada o que não condiz com os dados aqui apresentados.

De acordo com Punt (1962) *Sebastiania corniculata* (que é heterotípico de *Microstachys corniculata*) foi classificada no subtipo “*Omalanthus nutans*” da configuração polínica “*Hippomane*”. Nesse subtipo polínico incluem-se todos os gêneros de Euphorbiae, *Hura*, *Sebastiania chamaelea* (que é heterotípico de *Microstachys chamaelea*, espécie da Ásia e Oceania), *Sebastiania schottiana* (homotípico de *Gymnanthes schottiana*), dentre outros. É caracterizado por grãos de pólen distintamente trilobados em vista polar, mas que não são facilmente separados dos outros gêneros que compõem o outro subtipo denominado “*Hippomane*”. O autor não apontou presença de *cavea* para *Microstachys* (tratado como *Sebastiania*), mas a descrição de *Microstachys corniculata* dada pelo autor confere com os resultados aqui encontrados, exceto quanto a ornamentação que foi considerada psilada pelo autor e aqui foi descrita como microrreticulada, quanto a presença de *costae* estreita e distinta apenas nas endoaberturas e com relação às endoaberturas já que no presente estudo se mostraram lalongadas a muito lalongadas e não pequenas e raramente lalongadas como dito pelo autor. Cruz- Barros et al. (2006), Matos et al. (2014) e Ybert et al. (2017) analisaram o pólen de *Microstachys corniculata* como *Sebastiania corniculata*, os resultados obtidos com os espécimes aqui analisados corroboraram com os dados da literatura, exceto quanto ao âmbito aqui descrito como distintamente trilobado e considerado subtriangular ou subcircular pelos autores.

Oliveira (1983-1985) descreveu os grãos de pólen de *Microstachys ditassoides* como *Sebastiania ditassoides* também classificando-os no subtipo “*Omalanthus nutans*” de Punt (1962). Os espécimes aqui analisados diferiram dos da autora quanto a forma que aqui foi descrita como oblato-esferoidal a prolato-esferoidal e não subprolata, quanto a presença de margem psilada muito larga cuja presença de margem não foi mencionada pela autora e quanto a exina, aqui descrita como microrreticulada e não pilada como considerou a autora.

Salgado-Labouriau (1967), Salgado-Labouriau (1973) e Ybert et al. (2017) descreveram os grãos de pólen de *Microstachys glandulosa* como *Sebastiania glandulosa* diferindo dos espécimes aqui analisados quanto a presença de margem psilada muito larga, que segundo os autores seria ausente, quanto a ornamentação microrreticulada, considerada pilada por Salgado-Labouriau (1967) e ao âmbito distintamente trilobado.

Souza et al. (2017) descreveu a morfologia polínica das espécies *Microstachys heterodoxa*, *M. marginata* e *M. revoluta*. Os espécimes aqui analisados diferiram dos dados da literatura quanto a forma que variava de prolato-esferoidal a subprolata e não de subprolata a prolata, quanto ao âmbito distintamente trilobado e que foi descrito pelos autores como

subcircular a circular e a presença de área polar muito pequena, considerada ausente pelos autores. Oliveira (1983-1985) também analisou o pólen de *M. revoluta* como *Sebastiania revoluta* classificando-o no subtipo “*Omalanthus nutans*” de Punt (1962) diferindo dos dados aqui encontrados quanto a ornamentação da exina considerada pilada pela autora e aqui descrita como microrreticulada.

Todos os trabalhos aqui citados, exceto o de Punt (1962) e o de Ybert et al. (2017), atestaram a presença de *cavea* nas espécies de *Microstachys* analisadas.

O gênero *Microstachys* foi estabelecido por JUSSIEU (1824) com base em três espécies originalmente descritas em *Tragia* L.

Müller (1874) posicionou os membros de *Microstachys*: *Sebastiania marginata* (Mart.) Müll.Arg., *S. daphnoides* (Mart.) Müll.Arg., *S. oleoides* (Mart.) Müll.Arg., *S. serrulata* (Mart.) Müll.Arg., *S. anisodonta* Müll.Arg., *S. corniculata* (Vahl) Müll.Arg., *S. virgata* (Müll.Arg.) Müll.Arg. e *S. ditassoides* (Didr.) Müll.Arg. como seção do gênero *Sebastiania* Spreng. Além disso, dividiu o gênero *Stillingia* Garden ex L. em duas seções sendo uma delas a seção *Microstachyopsis* (Müll. Arg.) Pax. que contava com apenas uma espécie *Stillingia heterodoxa* Müll.Arg.

Webster (1994) notou que as espécies da seção *Microstachys* eram morfologicamente diferentes das outras seções de *Sebastiania* e que possivelmente representavam um gênero distinto.

Segundo Oliveira (1983-1985) a seção *Elachocroton* (Baill.) Pax do gênero *Sebastiania* compreendia quatro espécies: *S. chamaelea* (L.) Müll. Arg., *S. stipulacea* (Müll. Arg.) Müll. Arg., *S. revoluta* Ule e *S. ditassoides* (Didrichs.) Müll Arg., sendo que a primeira espécie não é ocorrente no Brasil. Cordeiro (1989) descreveu uma nova espécie *Sebastiania nummularifolia* I. Cord. incluindo-a também na seção *Elachocroton*.

Esser (1998) corroborando o estudo de Webster (1994) restabeleceu *Microstachys* a nível de gênero, incluindo nele os representantes das seções de *Sebastiania*: *Elachocroton* e *Microstachys* e *Microstachyopsis* seção do gênero *Stillingia*.

Com base em características polínicas como a presença de *cavea*, margens mais largas nos cólpores, tamanhos menores em seus grãos de pólen e âmbito distintamente trilobado, as espécies de *Microstachys* distinguem-se de outras espécies de *Sebastiania*. Na literatura a presença de *cavea* em espécies de *Sebastiania* foi atestada apenas no trabalho de Souza et al. (2017) para *Sebastiania jacobinensis* Müll. Arg. Sales et al. (2011) verificou a presença de fastígio (cavidade em um grão de pólen colporado, aparecendo como uma separação da parte interior da sexina que fica abaulada na região da endoabertura) na espécie *Sebastiania argutidens* Pax & K.Hoffm., característica não observada nas espécies de *Microstachys*. Tendo em vista esses dados corrobora-se o restabelecimento do gênero *Microstachys* feito por Esser (1998).

As diferenças observadas entre as espécies de *Microstachys* não foram suficientes para distinguir as espécies, sendo considerado um gênero palinologicamente homogêneo. Essa condição talvez esteja relacionada com o fato do gênero ser monofilético, como definido por Wurdack et al. (2005).

Conclusão

De acordo com os espécimes analisados conclui-se que *Microstachys* é um gênero estenopolínico pois suas espécies compartilham de um mesmo tipo polínico. Detalhes morfológicos como âmbito distintamente trilobado, endoabertura estreita comprida transversalmente (lalongada a muito lalongada) com *costae* estreita e distinta, a presença de *cavea* e ampla margem do cólpore parecem ser característicos de suas espécies, demonstrando valor taxonômico quando comparadas com outras da tribo Hippomaneae, podendo contribuir em futuras análises sistemáticas da família Euphorbiaceae.

Os dados polínicos aqui obtidos foram inéditos para as espécies *M. anisodonta*, *M. nummularifolia* e *M. salicifolia*. A análise de vários espécimes mostrou-se essencial para revelar variações intraespecíficas.

A presença de *cavea*, margens mais largas nos cólporos, tamanhos menores em seus grãos de pólen e âmbito distintamente trilobado distingue *Microstachys* de outras espécies de *Sebastiania*, evidenciando diferenças entre as espécies dos dois gêneros.

Agradecimentos

Somos gratos ao curador do herbario SP por providenciar o material herborizado. Ao Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada a Agricultura (NAP/MEPA – ESALQ) sob coordenação do Prof. Dr. Elliot Watanabe Kitajima que disponibilizou o microscópio eletrônico de varredura. Ao Prof. Dr. Eduardo Custódio Gaparino, Universidade Estadual Paulista campus Jaboticabal, e Dr. Eduardo Pereira Cabral Gomes do Instituto de Botânica, pelo auxílio com as análises estatísticas.

Financiamento

Este trabalho foi apoiado pelo Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) [bolsa de mestrado] concedida a primeira autora; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) [bolsa de “Produtividade em Pesquisa” 302766/2016-2] concedida a quinta autora.

ORCID

Cynthia Fernandes Pinto da Luz <http://orcid.org/0000-0001-7908-155X>.

Espécies investigadas

Microstachys anisodonta Müll.Arg. Brazil: Minas Gerais, Grão Mogol. A.C. Pscheidt et al. 174, 24 June 2012 (SP 443617).

Microstachys bidentata (Mart. & Zucc.) Esser. Brazil: Góias, São Jorge, Parque Nacional Chapada dos Veadeiros. A.C. Pscheidt et al. 108, 19 January 2012 (SP442650); Brazil: São Paulo, Araçoiaba da Serra. O.L.M. Silva et al. 63, 19 December 2012 (SP447096); Brazil: Maranhão, Alto Parnaíba. I. Cordeiro et al. 3462, 2 November 2013 (SP472280).

Microstachys corniculata (Vahl) Griseb. Brazil: Rio de Janeiro, Paraty. A.C. Pscheidt 126, 2 March 2012 (SP443042); Brazil: Bahia, Salvador. I. Cordeiro 3516 & F. Hurbath, 25 November 2014 (SP472551); Brazil: São Paulo, Bertioga, Praia do Itaguapé. M.A.G. Magenta & P.S.P. Sampaio 179, 27 May 1999 (SP 335622).

Microstachys ditassoides (Didr.) Esser. Brazil: Distrito Federal, Brasília. G. Pereira-Silva 5469, 29 September 2001 (SP359993); Brazil: Goiás, Niquelândia. M.L. Fonseca 977, 30 May 1996 (SP316971); Brazil: Góias, Alto Paraíso, Parque Nacional Chapada dos Veadeiros. R.C. Mendonça et al. 2657, 10 September 1996 (SP311809).

Microstachys glandulosa (Mart. & Zucc.) Esser & M. J. Silva. Brazil: Bahia, Jacaraci. I. Cordeiro 3502 & F. Hurbath, 23 February 2014 (SP487965); Brazil: Minas Gerais, Serra do

Cipó. A.C. Pscheidt et al. 89, 16 July 2011 (SP441766); Brazil: Bahia, Formosa do Rio Preto. F.C.A. Oliveira et al. 909, 11 November 1997 (SP326968).

Microstachys heterodoxa (Müll.Arg.) Esser. Brazil: Bahia, Morro do Chapéu. O.L.M. Silva et al. 174, 23 August 2014 (SP471001); Brazil: Bahia, Ituberá. A.M. Amorim et al. 6014, 10 June 2006 (SP452608); Brazil: Bahia, Maraú. L.A. Mattos Silva 464, 13 June 1979 (SP262296).

Microstachys marginata (Mart.) Klotzch ex Müll. Arg. Brazil: Minas Gerais, Grão Mogol. A.C. Pscheidt et al. 142, 21 June 2012 (SP443603).

Microstachys nummularifolia (Cordeiro) Esser. Brazil: Minas Gerais, Grão Mogol. A.C. Pscheidt et al. 145, 21 June 2012 (SP443601).

Microstachys revoluta (Ule) Esser. Brazil: Bahia, Mucugê. A.C. Pscheidt et al. 193, 21 November 2012 (SP452820).

Microstachys salicifolia (Mart. & Zucc.) M. J. Silva & Pscheidt. Brazil: Góias, São Jorge. A.C. Pscheidt et al. 125, 21 February 2012 (SP442663); Brazil: Minas Gerais, Grão Mogol. A.C. Pscheidt et al. 144, 21 June 2012 (SP443607).

Referências

- Barth MO, Melhem TS. 1988. Glossário ilustrado de palinologia. Editora Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.
- Cordeiro I. 1989. *Sebastiania nummularifolia* I. Cord. (Euphorbiaceae), nova espécie dos campos rupestres de Minas Gerais, Brasil. Boletim de Botânica, Universidade de São Paulo 11: 77-80.
- Cruz-Barros MAV, Corrêa MAS, Makino-Watanabe H. 2006. Estudo polínico de Aquifoliaceae, Euphorbiaceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Phytolaccaceae e Portulacaceae ocorrentes na restinga da Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). Revista Brasileira de Botânica 29: 145-162.
- Erdtman G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy- Angiosperms. First Edition. Almquist & Wiksell, Stockholm, Sweden.
- Erdtman G. 1960. The acetolysis method. A revised description. Upsala Svensk Botanisk Tidskrift 54: 561-564.
- Esser HJ, Welzen PV, Djarwaningsih T. 1997. A phylogenetic classification of the Malesian Hippomaneae (Euphorbiaceae). Systematic Botany 22 (4): 617-628.
- Esser HJ. 1998. New combinations in *Microstachys* (Euphorbiaceae). Kew Bulletin 53 (4): 955-960.
- Esser HJ. 1999. A partial revision of the Hippomaneae (Euphorbiaceae) in Malesia. Blumea 44: 149-215.
- Esser HJ. 2001. Tribes Hippomaneae, Pachystromateae & Huraeae. In: Radcliffe-Smith A (ed.). Genera Euphorbiacearum. Kew, Royal Botanic Gardens.
- Faegri K, Iversen J (1966) Terminology in palynology. Pollen Spores 8: 407-408.
- Gasparino EC, Cruz-Barros MAV, Chautems A. 2013. Pollen morphology in Brazilian species of *Codonanthe* (Mart.) Hanst. and *Nematanthus* Schrader (Gesneriaceae). Grana 52 (4): 258-274.
- Gilbert MG. 1994. Relationships of the Euphorbieae. Annals of the Missouri Botanical Garden 81 (2): 283-288.
- Govaerts R, Frodin DG, Radcliffe-Smith A. 2000. World checklist and bibliography of Euphorbiaceae (and Pandaceae), Kew, The Royal Botanic Gardens.
- Hesse M, Halbritter H, Zetter R, Weber M, Buchner R, Frosch-Radivo A, Ulrich S. 2009. Pollen Terminology: an illustrated handbook. Springer Wien, New York.
- Iversen J, Troels-Smith J (1950) Pollenmorphologischen Definitionen und Typen. Damn. Geol. Unders. ser. 4. 3 (8): 54 pp.
- Johansen, DA. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Jussieu AL. 1824. De Euphorbiacearum generibus medisque earumdem viribus tentamen. Paris, Didot. 118p.
- Matos MNF, Maduro CB, Costa CS, Silva SJR. 2014. Caracterização polínica das plantas lenhosas do Bosque dos Papagaios, Boa Vista, Roraima, Norte do Brasil. Boletim do Museu Integrado de Roraima 8 (1): 19-41.
- Mccune B, Melfford MJ. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. MjM Software Design, Oregon.
- Melhem TS, Cruz-Barros MAV, Corrêa AMS, Makino-Watanabe H, Silvestre-Capelato MSF, Esteves VLG. 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). Boletim do Instituto de Botânica 16:1-104.
- Müller J. 1866. Euphorbiaceae excl.. Euphorbieae. In: DE CANDOLLE, A. Prodrum systematis naturalis regni vegetabilis 15(2): 189-1286. Paris, Masson.
- Müller J. 1874. Euphorbiaceae - Pars II. Acalypheae, Hippomaneae, Dalechamptiae, Euphorbieae. In: MARTIUS, C.F.P. (ed.). Flora Brasiliensis 11 (2): 1-726. Munique, Lipsaea.

- Oliveira AS. 1983-1985. Taxonomia das espécies do gênero *Sebastiana* Sec. *Elachocroton* (Baill) Pax (Euphorbiaceae) ocorrentes no Brasil. Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro Vol. XXVII: 3-65.
- Pax F, Hoffmann K. 1912. Euphorbiaceae-Hippomaneae. In: ENGLER, A. (ed.). Das Pflanzenreich Regni vegetabilis conspectus IV.147.V. (Heft 52). Leipzig, Wilhelm Engelmann. 319p.
- Punt W. 1962. Pollen morphology of the Euphorbiaceae with special reference to taxonomy. *Wentia* 7: 1-116.
- Punt W, Hoen PP, Blackmore S, Nilsson S, Le Thomas A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Paleobotany and Palynology*. 81p.
- Reistma T. 1969. Size modification of recent pollen grains unter different treatments. *Review of Paleobotany and Palynology* 9: 175-202.
- Sales EO, Barreto CF, Barth OM. 2011. Morfologia polínica de espécies de Euphorbiaceae s.l. arbóreas ocorrentes no Estado de Santa Catarina, Brasil. *Hoehnea* 38(3): 495-500.
- Salgado-Labouriau ML, Vanzolini PE, Melhem TS. 1965. Variation of polar axes and equatorial diameters in pollen grains of the two species of *Cassia*. *Grana Palynologica* 6: 98-105.
- Salgado-Labouriau ML. 1967. Pollen grains of plants of the "Cerrado". XIX- Euphorbiaceae. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 39:471-490.
- Salgado-Labouriau ML. 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. São Paulo. Tese de Doutorado em Ciências Universidade de São Paulo (Instituto de Biociências, Departamento de Botânica). 291p.
- Shepherd GJ. 1996. Fitopac 1: manual do usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas.
- Souza LR, Carneiro-Torres DS, Saba MD, Santos FAR. 2017. Pollen morphology of the Acalyphoideae and Euphorbioideae (Euphorbiaceae) of the Caatinga ecoregion in Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 303 (9): 1161-1180.
- Vieira S. 1981. Introdução à Bioestatística. Rio de Janeiro: Campus.
- Wanderley MGL, Melhem TS. 1991. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Brasil). *Hoehnea* 18(1): 5-42.
- Webster GL. 1983. A botanical Gordian knot: The case of *Ateramus* and *Gymnanthes* (Euphorbiaceae). *Taxon* 32: 304-305.
- Webster GL. 1994. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81: 33-144.
- Wurdack KJ, Hoffmann P, Chase MW. 2005. Molecular phylogenetic analysis of uniovulate Euphorbiaceae (Euphorbiaceae sensu stricto) using plastid rbcL and trnLtrnF sequences. *American Journal of Botany* 92: 1397-1420.
- Ybert JP, Carvalho MA, Scheel-Ybert R. 2017. Grãos de pólen de plantas vasculares do Estado do Rio De Janeiro Volume II. Museu Nacional- Série de Livros Digital 8. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados alcançados na presente pesquisa obtiveram-se importantes dados de valor taxonômico considerando as características polínicas diagnósticas encontradas para alguns gêneros da tribo Hippomaneae, Hureae e Pachystromateae, principalmente quanto ao tamanho dos grãos de pólen, a ornamentação da exina, ornamentação e largura da margem, largura e comprimento dos cólporos e endoaberturas, largura da *costae* presente nas endoaberturas, ausência ou presença de *cavea* e espessura das camadas da exina.

Características constantes nas três tribos são a presença de colpos estreitos com margem, *costae* nas endoaberturas e espessura da sexina maior que a da nexina.

Como já havia sido apontado na literatura, o âmbito é um estado de caráter importante para separação dos grupos nas três tribos, em circular, trilobado ou distintamente trilobado, assim como o tamanho dos grãos de pólen, que variou de pequeno a grande. As endoaberturas muito lalongadas predominaram sobre as lalongadas e, as circulares ocorreram em poucas espécies.

Colliguaja brasiliensis e *Sebastiania brevifolia* foram muito similares a *Microstachys* por possuírem as maiores larguras de margens dos cólporos, ora diferindo na ornamentação da exina e das margens (psilada ou rugulada apenas em *Colliguaja brasiliensis*), ora pela ausência ou presença de *cavea* (somente em *Microstachys*). *Hura crepitans*, *Mabea fistulifera*, *M. piriri*, *Sapium haematospermum*, *S. obovatum*, *Stillingia argutedentata*, *S. uleana* e *Triadica sebifera* agruparam-se por possuírem os maiores grãos de pólen. *Algernonia brasiliensis*, *A. leandrii*, *Gymnanthes multiramea*, *G. schottiana*, *Maprounea brasiliensis*, *M. guianensis* e *Pleradenophora membranifolia* agruparam-se devido às endoaberturas mais estreitas. *Actinostemon klotzchii*, *A. verticillatus*, *Pachystroma longifolium*, *Sebastiania brasiliensis* e *Senefeldera verticillata* agruparam-se pelas margens mais estreitas dos cólporos. Com relação aos maiores percentuais de similaridade polínica com base nas variáveis métricas, *Mabea fistulifera* e *M. piriri* (Hippomaneae) se assemelharam muito a *Hura crepitans* (Hureae) e a um dos espécimes de *Pachystroma longifolium* (Pachystromateae). Já um espécime de *Actinostemon verticillatus*, todos de *Actinostemon klotzschii* e um de *Senefeldera verticillata* (Hippomaneae) foram mais semelhantes à *Algernonia brasiliensis* e *A. leandrii* (Hureae) e aos outros dois espécimes de *Pachystroma longifolium* (Pachystromateae). Todas as análises aqui apresentadas corroboram o parafiletismo de Hippomaneae quando relacionada as tribos Hureae e Pachystromateae.

Com o maior número de espécies e espécimes analisados neste estudo o gênero *Microstachys* pode ser considerado estenopolínico, pois suas espécies compartilham de um

mesmo tipo polínico, variando pouco quanto ao tamanho, forma, comprimento das endoaberturas e em outras características secundárias. Entretanto detalhes morfológicos como a presença de *cavea* e grande largura de margem dos cólporos parecem ser característicos de suas espécies, demonstrando valor taxonômico para a tribo Hippomaneae. Corroborou-se o restabelecimento de *Microstachys* como gênero separado de *Sebastiania*, já que os grãos de pólen desse último são geralmente maiores, não apresentam *cavea*, as margens dos colpos não são tão largas e seu âmbito apresenta-se menos trilobado.

Com os dados obtidos pode-se contribuir em futuras análises sistemáticas da família Euphorbiaceae.