



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO CAMPUS VII**

**LIDIAN RIBEIRO DE SOUZA**

**MORFOLOGIA POLÍNICA DE ESPÉCIES DE EUPHORBIACEAE E  
PHYLLANTHACEAE OCORRENTES EM ÁREAS DE CAATINGA E CAMPO  
RUPESTRE DO ESTADO DA BAHIA, BRASIL**

**SENHOR DO BONFIM  
2012**

**LIDIAN RIBEIRO DE SOUZA**

**MORFOLOGIA POLÍNICA DE ESPÉCIES DE EUPHORBIACEAE E  
PHYLLANTHACEAE OCORRENTES EM ÁREAS DE CAATINGA E CAMPO  
RUPESTRE DO ESTADO DA BAHIA, BRASIL**

Trabalho apresentado ao Colegiado de Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia como um dos requisitos para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora Prof. Dra. Marileide Dias Saba

**SENHOR DO BONFIM  
2012**

**LIDIAN RIBEIRO DE SOUZA**

**Morfologia Polínica de espécies de Euphorbiaceae e Phyllanthaceae  
ocorrentes em áreas de Caatinga e Campo Rupestre do estado da Bahia, Brasil**

Trabalho apresentado ao Colegiado de Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia como um dos requisitos para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Data da aprovação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**Banca examinadora**

---

Prof. Dra. Marileide Dias Saba - UNEB/DEDC VII  
Orientadora e Presidente da Banca

---

MSc. Jéssica Mirella de Souza Gomes - UNEB/DEDC VII  
Avaliadora

---

Dr. Marcos da Costa Dórea - UEFS  
Avaliador

*Aos meus avós Izabel e Bento  
e a minha mãe Cleusa*

## AGRADECIMENTOS

Ao término desta etapa, vejo que em nossas vidas existem pessoas que de alguma forma nos ensinam, nos direcionam ao caminho, nos conduzem a reflexão, nos repreendem, e dessa forma mostram o quanto são importantes em nossa trajetória. Por isso, deixo aqui expresso meus sinceros agradecimentos a todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. E, independente da ordem que apareçam aqui, TODOS possuem um significado único.

Acima de tudo, a Deus por toda sua doce presença em minha vida providenciando tudo a seu tempo, além de todas oportunidades e vitórias alcançadas.

### Às Instituições

À Universidade do Estado da Bahia pelo compromisso com o ensino superior e pela infraestrutura disponibilizada.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

Aos Herbários da Universidade Estadual de Feira de Santana e Universidade do Estado da Bahia- Coleção Caetité e Senhor do Bonfim pela gentil concessão de materiais poliníferos.

### A orientadora

À Prof. Dra. Marileide Saba por ter acreditado no meu potencial e abrir as portas do mundo palinológico para mim, além dos valiosos ensinamentos, compreensão, cuidado, amizade e confiança devotados. Sei que ao longo desse tempo você foi muito mais do que uma simples orientadora, pois fez coisas que vão muito além disso, te agradeço imensamente, saiba que você é minha “mãe palinóloga” e sempre será!

### Aos Colaboradores

Ao Prof. Dr. Francisco Hilder pelo apoio durante a realização das pesquisas científicas e todos os esclarecimentos concedidos.

Ao Prof. Dr. Francisco de Assis por todas as bibliografias cedidas e pela confiança depositada.

À Prof. Dra. Daniela Santos Carneiro Torres pela identificação do material botânico.

#### Funcionários do Campus VII

A todo corpo docente do Colegiado de Biologia em especial ao atual coordenador do curso o Prof. Marcos Fábio (“nosso popular Funguinho”) e aos professores Rodrigo Queiroz, Juliana Côrtes, Adson Bastos e Gervásio Paulo.

À Prof. Dra. Cristiana Santana por toda sua alegria e humildade, por abrir as portas do Laboratório de Arqueologia e Paleontologia e me “acolher”, acima de tudo pela confiança e ajuda imprescindível, Cris você é dez!

Aos amigos bibliotecários por toda atenção e receptividade em seu ambiente de trabalho: Gildete, Edilma, Maria, Cida, Vagner e Margarida.

A Tatiane por todo apoio em relação a utilização dos laboratórios.

Ao secretário acadêmico em vigência Adriano, por toda seriedade e profissionalismo que desempenha suas funções.

À Eva e Jane por abrirem as portas da Cozinha da nossa Universidade pelo período em que praticamente morei na mesma.

Aos funcionários em geral, pois saibam que sem vocês não há Universidade!

#### Aos meus amigos

À turma de Ciências Biológicas 2008.1 por toda a vivência durante o período acadêmico, momentos e conhecimentos compartilhados.

À galera do curso de Biologia do Campus VI de Caetité por toda hospitalidade e alegria, nas pessoas de Edson Coutinho, Poliana Cunha, Diele Barros, Jackson Ministro, Tiago Carneiro, Gilvan, “Tiagão”, Hugo e Ione.

A todos os companheiros do Laboratório de Palinologia por todo o conhecimento adquiridos e momentos vividos me meio aos Congressos e Simpósios da vida: Neide, Orlando, Jamilly, Gabriela, Amaral, Jéssica, Daiane, Nadja, Nágila, Débora, Perla e Joice.

As amigas Noélia, Fernanda, Mírian, Laís, Suenne por toda amizade, companheirismo, alegria e hospitalidade vivida nesse período. Nó e Fê valeu por toda confiança e momentos partilhados em meio aos almoços na UNEB.

A minha amiga querida Magna Evangelista por todos os momentos partilhados, alegrias, tristezas, derrotas, vitórias. Muito obrigada por sua doce presença em minha vida!

À Luzicléa Sousa pelos ensinamentos em meio às idas a campo e colaborações posteriores.

A alguns amigos agregados (rrs) que surgiram ao longo do caminho Rayssa (pelas risadas e companhia na Jornada de IC), as “funguetes” Fabiana e Patrícia; ao Alan, que muitas vezes foi me chamar no Lab para que eu não perdesse o ônibus, e a galera do buzú de Campo Formoso, povo esforçado esse!

## A minha Família

Aos meus avós Izabel e Bento por todos os sacrifícios que fizeram por mim. Saibam que se hoje estou concluindo essa etapa da minha vida o merecimento é todo de vocês, que depositaram em mim todo o carácter e amor que uma pessoa precisa ter. Amo vocês!

A minha mãe e meus irmãos por acreditarem em mim e pela torcida mesmo de longe. O meu esforço também é por vocês que tanto amoo!

Ao meu namorado Marcelo que é um incentivador em minha vida. Agradeço por todo amor, compreensão, companheirismo, alegrias, apoio e sacrifícios feitos por mim. Desculpe-me por todos os momentos de estresse e ausência. Saiba que em minha vida você é peça fundamental, e como diria a música “... minha vida, minha história, só fez sentido quando te conheci. Seus olhos, sua face, me levam além do que pensei...” assim que me sinto perto de você como uma pessoa que pode ir muito mais além! Amo Você!

A dona Zefa e ao Marcos Reis por todo apoio e incentivos.

Ao meu tio Lauro e sua família por toda a acolhida em seu lar quando foi que preciso.

Aos meus amigos do JBP Anderson, Camilo, Vagner, Geisinha, Doze, e minha amiga Ione obrigada por todos os momentos bons que vivemos juntos, pelos conhecimentos e amizades de vocês!

*"... Pois tu és o meu amparo, o meu refúgio, és alegria de  
minha alma, só em ti repousa minha esperança, não  
vacilarei, nem mesmo na dor, quero seguir até o fim, só por ti  
Jesus..."*

*Pe. Marcelo Rossi*

## RESUMO

Foram estudadas 20 espécies de Euphorbiaceae e duas espécies de Phyllanthaceae ocorrentes em áreas de caatinga e campo rupestre do estado da Bahia, com o objetivo de caracterizar morfológicamente os grãos de pólen de seus representantes, além de contribuir para o conhecimento palinológico da flora da região e subsidiar estudos taxonômicos e filogenéticos das famílias estudadas. O material polínifero foi obtido de exsicatas ou duplicatas depositadas no Herbário da Universidade do Estado da Bahia (HUNEB- Coleção Caetité e Senhor do Bonfim) e do Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS). Os grãos de pólen foram acetolisados, mensurados, tratados estatisticamente, fotomicrografados e descritos, sob microscopia de luz, em relação ao tamanho, polaridade, âmbito, forma, abertura, ornamentação e escultura da exina. As lâminas montadas foram depositadas na Palinoteca dos Laboratórios de Palinologia da UNEB dos Campi VI e VII. Os grãos de pólen das espécies variaram de pequenos (*Euphorbia hyssopifolia* L. e *Phyllanthus falcatus* Sw.) a muito grandes (*Manihot jacobinensis* Müll. Arg., *Manihot* sp.1 e *Manihot* sp. 2); apolares em *Astraea* Klotzsch, *Croton* L. e *Manihot* Mill., e isopolares nas demais espécies; amb variando de circular a subtriangular. Quanto à forma, os grãos de pólen apresentaram-se como prolato-esferoidais (*Dalechampia peckoltiana* Müll. Arg. e *Sebastiania corniculata* Müll. Arg.), subprolatos (*Sebastiania* cf. *myrtilloides* (Mart.) Pax. e *Phyllanthus falcatus* Sw.), subprolatos a prolatos (*Euphorbia hyssopifolia* L.) prolatos (*Euphorbia potentilloides* Boiss. e *Richeria grandis* Vahl.) e esféricos nas demais espécies. Foram observados grãos de pólen pantoporados (*Manihot* Mill.), 3-colporados (*Dalechampia* L., *Euphorbia* L., *Richeria* Vahl. e *Sebastiania* Spreng.), e 4-5 colporados (*Phyllanthus falcatus* Sw.), contudo grãos de pólen inaperturados foram predominantes entre as espécies analisadas. A presença de costa, endocingulo e fastígio foram evidenciados em *Dalechampia peckoltiana* Müll. Arg., e em *Richeria grandis* Vahl. somente costa. A exina apresentou-se microrreticulada (*Euphorbia potentilloides* Boiss., *Richeria* Vahl. e *Sebastiania* cf. *myrtilloides* (Mart.) Pax.), microrreticulada-rugulada (*Euphorbia hyssopifolia* L.), microrreticulada-cavada (*Sebastiania corniculata* Müll. Arg.), reticulada (*Dalechampia* L. e *Phyllanthus* L.) e padrão-Croton nos demais táxons da subfamília Crotonoideae. Sexina predominantemente mais espessa que a nexina, de difícil visualização em algumas espécies, podendo observar também a nexina mais espessa que a sexina em *Manihot* sp. 2, e aproximadamente com a mesma espessura em *Manihot jacobinensis* Müll. Arg. Os resultados obtidos demonstram a variabilidade morfopolínica das famílias Euphorbiaceae e Phyllanthaceae, comprovando o caráter euripolínico destas. Tais resultados contribuirão para uma melhor circunscrição taxonômica e filogenética das famílias estudadas, e futuramente, poderão subsidiar estudos no tocante à ecologia, paleoclimatologia, chuca polínica, paleobotânica e análises palinológicas de méis.

**Palavras-chave:** Euphorbiaceae, Phyllanthaceae, Palinologia, flora polínica, grãos de pólen.

## ABSTRACT

Were studied 20 species of Euphorbiaceae and two species of Phyllanthaceae occurring in areas of *caatinga* (dryland) and *campos rupestres* (rocky grasslands) of Bahia state, with the aim of characterizing the morphology of the pollen grains from their representatives, as well as contribute to the knowledge of the pollen flora and support taxonomic and phylogenetic studies of the studied families. Polliniferous material was obtained from herbarium exsicates or duplicates deposited at the Herbarium of the Universidade do Estado da Bahia (HUNEB - Collection, Caetité and Senhor do Bonfim) and the Herbarium of the Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS). The pollen grains were acetolysed, measured, analysed statistically, photomicrographed and analyzed under light microscopy in relation to size, polarity, amb, shape, apertural type, exine ornamentation and sculpture. The mounted slides were deposited in the Laboratory of Palynology of UNEB *Campi* VI and VII. The pollen grains of the species ranged from small (*Euphorbia hyssopifolia* L. e *Phyllanthus falcatus* Sw.) to very large (*Manihot jacobinensis* Müll. Arg., *Manihot* sp.1 and *Manihot* sp. 2) apolars in *Astraea* Klotzsch, *Croton* L. e *Manihot* Mill., and isopolars in other species, amb ranging from circular to subtriangular. The form of the pollen grains were presented as prolate spheroidal (*Dalechampia peckoltiana* Müll. Arg. and *Sebastiania corniculata* Müll. Arg.), subprolate (*Sebastiania* cf. *myrtilloides* (Mart.) Pax. and *Phyllanthus falcatus* Sw.) subprolate to prolate (*Euphorbia hyssopifolia* L.) prolate (*Euphorbia potentilloides* Boiss. and *Richeria grandis* Vahl.) and spherical in the other species. Pantoporate pollen grains were observed (*Manihot* Mill.), 3-colporate (*Dalechampia* L., *Euphorbia* L., *Richeria* Vahl. and *Sebastiania* Spreng.), and 4-5 colporate (*Phyllanthus falcatus* Sw.), however the inapertured pollen grains were prevalent among the species analyzed. The presence of the costa, endocingulo and fastigium was found in *Dalechampia peckoltiana* Müll. Arg., and in *Richeria grandis* Vahl. only costa. The exine were microrreticulate (*Euphorbia potentilloides* Boiss., *Richeria* Vahl. and *Sebastiania* cf. *myrtilloides* (Mart.) Pax.), microrreticulate-rugulate (*Euphorbia hyssopifolia* L.), microrreticulate-cavea (*Sebastiania corniculata* Müll. Arg.) reticulated (*Dalechampia* L. and *Phyllanthus* L.) and *Croton*-pattern in the other taxon of the Crotonoideae subfamily. Sexine is predominantly thicker than nexine, difficult to visualize in some species, may also note that nexine is thicker than sexine in *Manihot* sp. 2, and approximately the same thickness in *Manihot jacobinensis* Müll. Arg.. The results show the variability of pollen grains morphology in the families of Euphorbiaceae and Phyllanthaceae, proving the character of these eurypalynous. These results will contribute to a better taxonomic and phylogenetic division of the families studied, and future studies may support with regard to ecology, paleoclimatology, the pollen rain, the paleobotanical and pollen analysis of honeys.

**Keywords:** Euphorbiaceae, Phyllanthaceae, Palynology, plant pollen, pollen grains.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização da área de estudo destacando os municípios baianos de Caetité e Pindobaçu. ....39
- Figura 2.** Grãos de pólen de espécies de *Astraea* sp. **A.** Corte óptico. **B.** Detalhe da superfície. **C.** Análise de L.O. (Escala = 10 µm). ....45
- Figura 3.** Grãos de pólen de espécies de *Croton* L. **A-C** *Croton adamantinus* Müll. Arg.: **A.** Corte óptico. **B.** Detalhe da superfície **C.** Análise de L.O. **D-F** *Croton grewoides* Baill.: **D.** Corte óptico. **E.** Detalhe da superfície. **F.** Análise de L.O. **G-H.** *Croton heliotropiifolius* Kunth.: **G.** Corte óptico. **H.** Análise de L.O. **I-J.** *Croton imbricatus* L.R. Lima & Pirani: **I.** Corte óptico. **J.** Análise de L.O. **K-L.** *Croton jacobinensis* Baill.: **K.** Corte óptico. **L.** Análise de L.O. (Escala = 10 µm).....50
- Figura 4.** Grãos de pólen de espécies de *Croton* L. **A-B** *Croton muscicapa* Müll. Arg.: **A.** Corte óptico. **B.** Análise de L.O. **C-D.** *Croton radlkoferi* Pax & K.Hoffm.: **C.** Corte óptico. **D.** Análise de L.O. **E-F.** *Croton tetradenius* Baill.: **E.** Corte óptico. **F.** Análise de L.O. **G-I.** *Croton triangularis* Müll. Arg.: **G.** Corte óptico. **H.** Detalhe da superfície. **I.** Análise de L.O. **J-L.** *Croton velutinus* Baill.: **J.** Corte óptico. **K.** Detalhe da superfície. **L.** Análise de L.O. (Escala = 10µm). ....51
- Figura 5.** Grãos de pólen de *Dalechampia peckoltiana* Müll. Arg.: **A.** Corte óptico em vista polar. **B.** Corte óptico em vista equatorial. **C.** Análise de L.O. **D.** Detalhe da abertura e superfície em vista equatorial. **E.** Detalhe da extremidade da endoabertura evidenciando a costa e fastígio. (Escala = 10 µm). ....53
- Figura 6.** Grãos de pólen de espécies de *Euphorbia* L. **A-C.** *Euphorbia hyssopifolia* L.: **A.** Corte óptico em vista polar. **B.** Corte óptico em vista equatorial. **C.** Análise de L.O e abertura. **D-F** *Euphorbia potentilloides* Boiss.: **D.** Corte óptico em vista equatorial. **E.** Análise de L.O. **F.** Detalhe da abertura mostrando a margem. (Escala: figuras C e F= 2 µm; figura B= 5 µm; figuras A, D e E=10 µm). ....56

**Figura 7.** Grãos de pólen de espécies de *Manihot* Mill. **A-C** *Manihot jacobinensis* Müll. Arg.: **A.** Corte óptico. **B.** Detalhe da superfície. **C.** Análise de L.O. **D-F.** *Manihot tripartita* Müll. Arg. **D.** Corte óptico. **E.** Detalhe da superfície. **F.** Análise de L.O. **G-I.** *Manihot* sp. 1: **G.** Corte óptico. **H.** Detalhe da superfície. **I.** Análise de L.O. **J-L.** *Manihot* sp.2: **J.** Corte óptico. **K.** Detalhe da estrutura da exina. **L.** Análise de L.O. (Escala = 10 µm). .....60

**Figura 8.** Grãos de pólen de espécies de *Sebastiania* Spreng.: **A-E** *Sebastiania corniculata* Müll. Arg.: **A.** Corte óptico em vista polar **B.** Corte óptico na região do apocolpo (seta mostrando a cava). **C.** Corte óptico em vista equatorial. **D.** Detalhe da abertura. **E.** Detalhe da superfície em vista polar. **F.** Análise de L.O. **G.-L.** *Sebastiania cf myrtilloides* (Mart.) Pax.: **G.** Corte óptico em vista polar **H.** Corte óptico na região do apocolpo. **I.** Corte óptico em vista equatorial. **J.** Detalhe da abertura. **K.** Detalhe da superfície em vista polar. **L.** Análise de L.O. (Escala: figuras D e F= 5 µm; figuras A, B, C, E, G, H, I, J, K e L =10 µm). .....63

**Figura 9.** Grãos de pólen de *Phyllanthus falcatus* Sw.: **A.-B.** Corte óptico em vista polar. **C.** Corte óptico em vista equatorial. **D.** Detalhe da abertura. **E.** Detalhe da superfície em vista polar. **F.** Análise de L.O. (Escala =10 µm). .....66

**Figura 10.** Grãos de pólen de *Richeria grandis* Vahl.: **A.** Corte óptico em vista polar. **B.** Corte óptico em vista equatorial. **C.** Análise de L.O. **D.** Detalhe da abertura.(Escala =10 µm). .....68

## LISTA DE TABELA

**Tabela 1.** Caracteres morfológicos das espécies de Euphorbiaceae e Phyllanthaceae ocorrentes em Brejinho das Ametistas (Caetité) e Serra da Fumaça (Pindobaçú). P= pequeno, M= médio, G= grande, MG= muito grande, E= esférico, PE= prolato-esferoidal, SP= subprolato; P= prolato.....69

**Tabela 2.** Caracteres morfométricos dos grãos de pólen isopolares das espécies estudadas de Euphorbiaceae e Phyllanthaceae ocorrentes em áreas de caatinga e campo rupestre (Brejinho das Ametistas, Caetité e Serra da Fumaça, Pindobaçú) da Bahia. DP= diâmetro polar; DE= diâmetro equatorial; DEp= diâmetro equatorial em vista polar;  $\bar{x}$ = média aritmética;  $S\bar{x}$ = desvio padrão da média; FV= faixa de variação; IAP= índice de área polar; Ecto= comprimento x largura da ectoabertura; Endo= comprimento x altura da endoabertura; Sex= Sexina; Nex= Nexina; \*n<25 medidas; medidas em  $\mu\text{m}$  e índices em números absolutos. ....72

**Tabela 3.** Caracteres morfométricos dos grãos de pólen apolares das espécies estudadas de Euphorbiaceae ocorrentes em Brejinho das Ametistas (Caetité) e Serra da Fumaça (Pindobaçú). D= diâmetro do grão de pólen; DR= diâmetro das rosetas; DPi= diâmetro dos pilos; DECR= diâmetro do espaço central das rosetas; Sex= Sexina; Nex= Nexina; \*n<25 medidas; medidas em  $\mu\text{m}$  e índices em números absolutos.....74

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
3.1 DESENVOLVIMENTO E FUNÇÃO DO GRÃO DE PÓLEN .....	17
3.2 ESTRUTURA DO GRÃO DE POLÉN.....	19
3.3 CONCEITO E APLICAÇÕES DA PALINOLOGIA .....	21
3.3.1 Implicações da Morfologia Polínica em Sistemática de Fanerógamas .....	23
3.4 FAMÍLIA EUPHORBIACEAE.....	26
3.5 CARACTERIZAÇÃO PALINOLÓGICA DA FAMÍLIA EUPHORBIACEAE .....	29
3.6 FAMÍLIA PHYLLANTHACEAE .....	32
3.7 CARACTERIZAÇÃO PALINOLÓGICA DA FAMÍLIA PHYLLANTHACEAE .....	33
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>37</b>
4.1 ÁREA DE ESTUDO .....	37
4.2 COLETA DAS AMOSTRAS.....	40
4.3 PROCESSAMENTO PARA MICROSCOPIA DE LUZ.....	42
4.4 CARACTERIZAÇÃO PALINOLÓGICA.....	42
4.4.1 Morfometria polínica e tratamento estatístico dos dados .....	42
4.4.2 Ilustrações e descrições .....	43
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>44</b>
5.1 DESCRIÇÕES POLÍNICAS.....	44
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>79</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A flora brasileira apresenta uma riqueza e diversidade significativa, necessitando de estudos polínicos nos diferentes ecossistemas, de forma a conhecer e catalogar dados sobre a morfologia polínica das diversas espécies da vegetação atual.

Euphorbiaceae e Phyllanthaceae estão entre as principais famílias das Malpighiales (JUDD *et al.*, 2009), ordem a qual pertencem, sendo que a primeira é considerada a família mais numerosa dentro da ordem (WURDACK; DAVIS, 2009).

A família Euphorbiaceae constitui uma das famílias mais diversificadas e complexas dentre as Angiospermas, além disso, encontra-se entre as famílias mais significativas da flora brasileira (SOUZA; LORENZI, 2008). A ampla variação morfológica dentro do grupo, a grande distribuição geográfica e o interesse econômico de seus representantes são fatores que contribuem para sua relevância (CARNEIRO-TORRES, 2009).

Euphorbiaceae é formada por cerca de 246 gêneros e 6300 espécies, distribuídas amplamente nas regiões pantropicais, sendo menos ocorrente nas zonas temperadas e raras nas zonas frias (SOUZA; LORENZI, 2008). África e Américas são seus maiores pontos de dispersão pelo globo terrestre (BARROSO *et al.*, 1991).

Phyllanthaceae é uma família bastante diversificada, possui aproximadamente 2.000 espécies, pertencentes a 59 gêneros de distribuição cosmopolita (CHASE *et al.*, 2002; SAMUEL *et al.*, 2005), com centro de diversidade nas regiões tropicais (JUDD *et al.*, 2009).

Palinologicamente, Euphorbiaceae exibe uma ampla variação nos caracteres morfopolínicos, o que é de grande importância para a taxonomia da família (ERDTMAN, 1952). Do ponto de vista palinológico a família tem sido grandemente estudada.

A grande maioria dos estudos palinológicos de Phyllanthaceae ainda referem seus táxons como pertencentes à Euphorbiaceae, família da qual foi desmembrada, além disso, o gênero *Phyllanthus* L. consiste no grande alvo dos estudos, possivelmente, pela sua ampla distribuição e pela variedade dos seus caracteres polínicos, condicionando a esse à condição euripolínica (WEBSTER; CARPENTER, 2002).

O estudo dos grãos de pólen baseia-se principalmente na observação das características morfológicas que este apresenta, e na comparação destas com outros grãos de pólen. Alguns caracteres morfológicos do grão de pólen possuem grande importância na sua identificação, os principais são: as aberturas, a estrutura e escultura da parede, e a unidade polínica (MELHEM, 1978).

Em decorrência da grande variedade dos caracteres polínicos, principalmente quanto ao tipo apertural e à estrutura e escultura da exina, o estudo dos grãos de pólen encontra aplicações em diversos campos. Além disso, o conhecimento de floras polínicas possibilita a execução de estudos palinológicos com variadas finalidades, além de ser essencial para grande parte dos estudos de palinologia aplicada, auxiliando no reconhecimento e identificação dos grãos de pólen, que são isolados das plantas e ocorrem numa variedade de meios, como ar, água, depósitos sedimentares, mel, fezes, etc., além de ser significativamente importante na taxonomia, filogenia e evolução das plantas. (SILVA, 2007).

Sabe-se que os caracteres morfológicos não estão sujeitos às alterações ambientais, o que torna o estudo dos grãos de pólen altamente eficaz para a Taxonomia Vegetal, contribuindo para o entendimento das relações entre os diferentes grupos vegetais, e no estabelecimento de hipóteses de linhas evolutivas de diferentes agrupamentos taxonômicos (GASPARINO; CRUZ-BARROS, 2006).

Estudos palinológicos sobre a flora da caatinga e campo rupestre ainda são bastante incipientes, além disso, o conhecimento polínico dos representantes de Euphorbiaceae e Phyllanthaceae na flora baiana é pouco conhecido. Com isso, a análise palinológica aqui proposta, para espécies dessas famílias ocorrentes em áreas de caatinga e campo rupestre da Bahia, contribuirá para o estudo morfológico das espécies e para a taxonomia e filogenia do grupo, e futuramente poderá subsidiar estudos de palinologia aplicada. Este trabalho também constitui um dos pioneiros para a flora baiana, nestes tipos vegetacionais, apesar de Euphorbiaceae ter sido alvo no estudo de Dumonte (2010) para espécies ocorrentes em área de florestas semidecíduas e campo rupestre.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar morfológicamente os grãos de pólen de espécies pertencentes às famílias Euphorbiaceae e Phyllanthaceae, ocorrentes em áreas de caatinga e campo rupestre do estado da Bahia, contribuindo para a ampliação do conhecimento palinológico do grupo.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever a morfologia polínica das espécies de Euphorbiaceae e Phyllanthaceae;
- Contribuir para a ampliação conhecimento palinológico das famílias em estudo;
- Colaborar para a confecção de catálogo polínico da flora de Brejinho das Ametistas, Caetité e da Serra da Fumaça, Pindobaçu.
- Contribuir para a ampliação da Palinoteca dos Laboratórios de Palinologia da Universidade do Estado da Bahia dos *Campi* VI e VII.
- Subsidiar estudos taxonômicos e filogenéticos dos grupos.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 DESENVOLVIMENTO E FUNÇÃO DO GRÃO DE PÓLEN

Desde a antiguidade o pólen foi conhecido e utilizado pelo homem. Técnicas de polinização em rituais religiosos e a ligação do pólen com a reprodução já era conhecida pelos assírios (WODEHOUSE, 1935).

A palavra pólen deriva do latim *pollen*, que significa pó muito fino, sendo usada por Linné como terminação botânica (MIRANDA; ANDRADE 1990).

Os grãos de pólen contituem estruturas microscópicas da parede do micrósporo mais o microgametófito nela contido (TRAVERSE, 1988). São responsáveis por transportar a célula reprodutora masculina, estando, portanto, diretamente relacionados com a reprodução e a perpetuação das fanerógamas (GASPARINO; CRUZ-BARROS, 2006).

A formação dos grãos de pólen envolve dois processos independentes: a microsporogênese e a microgametogênese. A primeira compreende a formação dos micrósporos no interior do saco polínico das anteras, enquanto que a segunda, refere-se ao desenvolvimento do micrósporo em um microgametófito, ou grão de pólen maduro (GASPARINO; CRUZ-BARROS, 2006; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

A etapa inicial do processo de desenvolvimento do grão de pólen compreende na produção do tapete, do endotécio e do tecido esporígeno, por meio da diferenciação da antera jovem (SALGADO- LABOURIAU, 1973).

O tapete consiste em células estéreis e inclui células nutritivas para suprir de alimento os micrósporos em desenvolvimento. É a camada mais interna da parede do saco polínico (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

O tecido esporogênico é formado por células capazes de originar micrósporos, porém, algumas dessas, são degeneradas, as restantes tornam-se as células-mães dos grãos de pólen. A partir da divisão reducional e sincrônica de células-mães em toda antera, originando tétrades de células haplóides, são formados os grãos de pólen. Em geral, os micrósporos se separam posteriormente, formando os grãos de pólen isolados (mônades), entretanto, em muitos casos estes se mantêm unidos nesta disposição espacial, como ocorre nos gêneros *Mimosa* L.

(Fabaceae), *Kielmeyera* Mart. (Clusiaceae), dentre outras (SALGADO- LABOURIAU, 1973).

Após o processo de divisão meiótica as principais características dos grãos de pólen começam a se estabelecer, a começar pela deposição da exina, membrana externa do grão (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

Previamente à formação da exina, ocorre a deposição de uma membrana especial de parede de calose, que atuará como matriz sobre a qual se depositará a exina. Esta membrana evita a entrada de macromoléculas contendo informações genéticas provindas da antera, permitindo assim, a deposição de um padrão específico de exina determinado pelo grão de pólen. Para o início da deposição da exina, é necessária a dissolução da membrana de calose (SALGADO- LABOURIAU, 1973).

Para Haslop-Harrison (1964) *apud* Salgado- Labouriau (1973) o padrão de deposição característico da exina consiste num produto da interação da biossíntese da esporopolenina pelo tapete e no arranjo específico de deposição segundo um código genético determinado pelo micrósporo.

Formada a exina, tem início o processo de formação da intina, segunda membrana do grão de pólen que está em contato com o citoplasma. O processo de deposição começa nas regiões aperturais prolongando-se em círculos, até envolver todo o grão de pólen (SALGADO- LABOURIAU, 1973). Essa camada é formada de celulose e pectina e desempenhará a função de originar o tubo polínico (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

Após formação dos micrósporos, iniciará a microgametogênese, a partir da divisão mitótica do micrósporo uninucleado, que originará duas células no interior da parede do micrósporo original: a célula do tubo ou vegetativa, e a célula geradora, esta que pode manter-se indivisível e apenas dividir-se após penetrar no tubo polínico (pólen bicelular), ou seu núcleo divide-se previamente a dispersão dos grãos de pólen (pólen tricelular) originando duas células espermáticas (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

O processo de dispersão dos grãos de pólen a partir da deiscência das anteras e transferência ao estigma da flor é conhecido como polinização (GASPARINO; CRUZ-BARROS, 2006). As células espermáticas produzidas na microgametogênese atuam na dupla fecundação característica das angiospermas, enquanto um núcleo espermático fecunda a oosfera, originando um zigoto diplóide, o

outro funde-se aos núcleos apolares, formando o endosperma triplóide (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007).

A produção de grãos de pólen objetiva garantir a transferência eficaz e segura do genoma masculino para o óvulo, que também abriga o genoma feminino, (HESSE, 2009).

### 3.2 ESTRUTURA DO GRÃO DE PÓLEN

O grão de pólen é limitado por uma parede celular denominada esporoderme, a qual é formada por camadas distintas, de propriedades químicas e físicas características. Suas camadas compreendem a intina e a exina, ambas designadas por Wodehouse (1935).

A intina compreende a camada mais interna da esporoderme, é constituída por substâncias péctico-celulósicas. Devido a sua composição, é facilmente hidrolisada durante as técnicas habituais de estudos palinológicos, além disso, não resiste à fossilização (MIRANDA; ANDRADE, 1990).

A exina é a base do estudo morfológico do grão de pólen, sua composição química é responsável por isso. Essa camada encontra-se externamente a intina, sendo composta por esporopolenina, que consiste num politerpeno que possui um grande número de ligações não saturadas e bastante estabilidade química. Sabe-se que esta substância é provida de grande quantidade de oxigênio - sendo que 50% dos agrupamentos OH são acetiláveis e poucos sobre a forma de metoxilas - 65% de carbono e 8,5-8,7% de hidrogênio. Devido a essa composição da esporopolenina presente na exina, é possível as investigações palinológicas do grão de pólen, bem como seu caráter fossilizante, atuando como um ótimo fóssil-guia (SALGADO-LABOURIAU, 1961).

A exina encontra-se subdividida em duas camadas distintas: a sexina, mais externa que pode apresentar elementos de diferentes formas geométricas, os quais constituem detalhes da estrutura da parede e determinam o padrão de escultura; e em uma camada mais interna e homogênea, a nexina (GASPARINO; CRUZ-BARROS, 2006).

A superfície da exina pode variar consideravelmente dependentemente do tipo de polinização da espécie. Uma exina mais ou menos lisa é verificada em

espécies polinizadas pelo vento, enquanto que em espécies entomófilas, o padrão de ornamentação varia entre espinhos, estrias, rugosidades, gemas e outros tipos. Tais projeções da superfície são responsáveis por se aderirem aos agentes polinizadores (JUDD *et al.*, 2009).

Os grãos de pólen em sua maioria são providos de aberturas, que constituem zonas mais delgadas da exina, por onde o tubo polínico emergirá durante a fecundação (MIRANDA; ANDRADE, 1990). Nestes locais, ocorre um estreitamento da exina e um espessamento da intina (HESSE, 2009). Grãos de pólen que não exibem aberturas (inaperturados) possuem uma parede flexível e delgada, através da qual, o conteúdo celular se exteriorizará (MELHEM, 1978).

A presença de abertura em um grão de pólen pode variar em número, forma, posição e estrutura conforme a espécie vegetal, gerando valiosas informações para a identificação de grãos de pólen de táxons diversos (MELHEM, 1978).

Grãos de pólen quando dispersos no ambiente encontram-se frequentemente isolados, no entanto, em 55 famílias de angiospermas (43 pertencentes às dicotiledôneas e 12 as monocotiledôneas), alguns ou todos seus representantes exibem grãos de pólen unidos em díades, tétrades, políades, mássulas ou polínias. Entretanto, grãos de pólen dispostos em tétrades representam uma característica mais avançada sobre os grãos de pólen isolados (WALKER; DOYLE, 1975).

As características morfológicas referentes ao tipo e número apertural e a estrutura e escultura da exina, encontram-se diretamente relacionados a processos hereditários, por outro lado, o tamanho e forma polínica, além de serem definidos por fatores genéticos, são afetados por condições ambientais (MELHEM, 1978).

Segundo Plá Júnior *et al.* (2006) grãos de pólen são basicamente constituídos de 20-50% água, 50% carboidratos (frutose, glicose, sacarose), 1-2% lipídios, 1,4-12% amido e proteínas (globulinas, prolaminas, gluteminas e albuminas).

Para Salgado-Labouriau (1973) os grãos de pólen de Gimnospermas são considerados pobres em vitaminas, no entanto, o pólen das Angiospermas é bastante rico em vitaminas A, D, E, K, Complexo B e ácido ascórbico.

### 3.3 CONCEITO E APLICAÇÕES DA PALINOLOGIA

O termo Palinologia foi definido por Hide e Williams em 1994, e compreende a ciência que estuda grãos de pólen, esporos, fitoplâncton, quitinozoários e outras estruturas constituídas de parede orgânica ácido resistente, visível ao microscópio após tratamento químico (MIRANDA; ANDRADE, 1990).

A Palinologia como toda ciência apresenta aspectos básicos e aplicados. Em seu ramo básico, associa-se intimamente com outros campos da ciência como Citologia, Genética, Química, Física e Matemática. Por outro lado, a Palinologia aplicada relaciona-se com investigações que tratam de correlações estratigráficas, reconstrução de ambientes passados, datação de artefatos, agricultura do homem primitivo, estudos de filogenia e evolução vegetal (MELHEM, 1978).

A ampla variedade dos caracteres morfológicos, atrelada a algumas características especiais, como a constituição da exina, possibilita a aplicabilidade do estudo dos grãos de pólen em campos diversificados dentro da Palinologia.

Atualmente a Palinologia progrediu muito ao longo dos anos, sendo reconhecida pela sua grande importância em diferentes áreas de pesquisa. Esse crescimento é notado principalmente pelo aumento na quantidade de publicações nesta área do conhecimento, nas suas mais diversas especialidades, que incluem, Melissopalynologia, Arqueopalynologia, Aeropalinologia, Palinologia forense, Palinotaxonomia, entre outras (SILVA; DELICIO; COSTA, 2010).

A Melissopalynologia compreende uma ramificação da palinologia que estuda os grãos de pólen em produtos apícolas ou meliponícolas, tornando possível o diagnóstico da origem botânica, geográfica e temporal (MODRO, 2006), da qualidade e de possíveis adulterações deste produto (MELHEM, 1978). Tal estudo é possível, pois o pólen não é matéria-prima do mel, mas consiste numa contaminação durante o processo de forrageio das abelhas à procura do néctar, ou através da deposição de pólen atmosférico nos favos abertos nas colmeias (BARTH, 1989).

O conhecimento da flora apícola é importante para identificar as espécies vegetais utilizadas pelas abelhas. Essas espécies assumem grande valor, por indicar aos apicultores fontes adequadas e de grande suprimento de néctar e pólen, colaborando para a formação do mel produzido, além disso, é necessário para a preservação e a propagação das plantas de potencial melífero, auxiliando o

estabelecimento de uma apicultura sustentável (SANTOS *et al.*, 2002). No Brasil, o conhecimento sobre a flora apícola é, em parte, empírico e limitado a certas regiões do país. O que consiste numa desvantagem, visto que a partir de uma periodicidade mensal, as análises palinológicas dos méis fornecem um calendário de florada, fundamental para os apicultores (LUZ; THOMÉ; BARTH, 2007).

A Arqueopalinologia consiste no estudo de identificação de grãos de pólen e esporos encontrados em sedimentos provindos de sítios arqueológicos, bem como a interpretação dos resultados derivados dessa identificação (SILVA; DELICIO; COSTA, 2010). Dessa forma, os grãos de pólen podem gerar informações a cerca do modo de vida de populações passadas, provendo dados sobre a dieta alimentar, correlações entre culturas humanas, evidenciar rituais, identificar padrões de mudanças vegetacionais causados pelo homem, dentre outros (MELHEM, 1978).

Os estudos de Palinologia do Quaternário permitem a realização de reconstituições paleoambientais, através da identificação de palinomorfos sedimentados em uma sequência estratigráfica. Grãos de pólen e esporos quando depositados em ambientes sedimentares favoráveis, tendem a refletir a vegetação existente ao redor dos mesmos. Logo, as modificações ocorridas nas comunidades vegetais serão detectadas, mediante os conjuntos polínicos preservados nestes locais (BAUERMANN; NEVES, 2005).

Grãos de pólen podem causar enfermidades alérgicas conhecidas como polinoses. Através da descoberta dessas reações alérgicas houve a necessidade de identificação de tipos polínicos que as causassem, e o desenvolvimento de um ramo da palinologia que se associasse a medicina, com isso, surgiu a aeropalinologia (NORDI; GOMES, 2010).

A polinose ou febre do feno, como também é conhecida, é uma doença alérgica das vias respiratórias, ocasionada pela inalação de grãos de pólen atmosférico provindos de determinadas plantas (PEDRON; BAUERMANN; NEVES, 1999). Essa doença causa uma rinite alérgica estacional que consiste numa reação inflamatória da mucosa nasal. Sua principal característica é a sazonalidade, repetindo-se no mesmo período do ano, quando ocorre a polinização de determinadas plantas (ROSÁRIO- FILHO, 1987). Para que um grão de pólen seja considerado alérgico ele deve apresentar em seu conteúdo substâncias alérgicas, o tipo de dispersão de polinização tem que ser anemófilo, visto que raras plantas

entomófilas apresentam pólen alergizante e, que haja abundância das plantas em seu habitat (MIRANDA; ANDRADE, 1990).

No Brasil não há muitas gimnospermas que produzam a chamada febre do feno, porém, há muitas espécies anemófilas que dispersam seu pólen no ar (MELHEM, 1978). Pedron, Bauermann e Neves (1999) elaboraram uma listagem com as principais espécies citadas como alergênicas, dentre estas está uma representante de Euphorbiaceae a espécie *Ricinus communis* L (mamona).

Os grãos de pólen conservados em roupas, no interior do corpo, na lama dos sapatos, nos objetos roubados, consistem numa forma particular de “impressão digital”, neste caso, fabricada pelos próprios lugares frequentados. Através da palinologia forense pode-se descobrir em qual estação do ano e local onde foi realizado um crime, uma vez que nessa área da palinologia são investigados grãos de pólen e esporos de plantas, com a finalidade de interpretação de crimes (PLÁ JÚNIOR *et al.*, 2006).

Para Santos (2000 - dados não publicados) este ramo da Palinologia é o menos desenvolvido no Brasil. Entretanto, na Europa e nos Estados Unidos a Palinologia fornece argumentos indiscutíveis durante determinados julgamentos, e somente na Nova Zelândia, a Palinologia forense está em um nível de desenvolvimento mais avançado, contando com palinólogos especializados nesta área.

O estudo da morfologia dos caracteres polínicos tem oferecido e acrescido importantes informações à taxonomia e à filogenia dos diversos grupos de plantas, e a seção da palinologia que analisa as características dos grãos de pólen e suas possíveis inferências taxonômicas e filogenéticas compreende a palinotaxonomia (MIRANDA; ANDRADE, 1990).

### 3.3.1 Implicações da Morfologia Polínica em Sistemática de Fanerógamas

Caracteres morfológicos fornecem grande parte das informações utilizadas na identificação de espécies vegetais, sabe-se que muitos destes são utilizados na construção de filogenias, e durante muito tempo consistiram na única fonte de evidência taxonômica (JUDD *et al.*, 2009).

Para Judd *et al.* (2009) evidências taxonômicas podem ser obtidas a partir de fontes diversas com base em caracteres morfológicos, anatômicos, embriológicos, cromossômicos, químicos, análises de ácidos nucléicos/proteínas e palinológicos, essas evidências constituem um conjunto de caracteres utilizados em análises filogenéticas, nas quais os grupos de plantas são baseadas, inclui ainda, caracteres usados na descrição em nível específico e infraespecífico.

As características polínicas são definidas geneticamente, e não estão sujeitas a variações ambientais (com raras exceções). Por apresentarem um valor diagnóstico e estabilidade, possuem ampla aplicação na taxonomia, oferecendo suporte a estudos cladísticos que objetivam traçar linhas evolutivas dos diferentes grupos de plantas (MELHEM *et al.*, 2003).

Os caracteres morfopolínicos de grande valor taxonômico incluem: as aberturas, a escultura e ornamentação da exina, bem como a unidade polínica. Morfocaracteres de tamanho e forma polínica apresentam pouco valor diagnóstico, pois exibem características instáveis, podendo muitas vezes ser afetado pelo método de preparação (MELHEM, 1978).

Segundo dados históricos, até pouco tempo atrás o taxonomista raramente utilizava as descrições de morfologia polínica como componente adicional em seus estudos de grupos de plantas, e quando o fazia, era de modo superficial e incompleto (MELHEM, 1978). No entanto, ao longo do crescente conhecimento sobre a morfologia dos grãos de pólen e o seu valor taxonômico, nota-se o crescimento gradual e frequente do uso dos caracteres polínicos em diagnoses de espécies de plantas (MIRANDA; ANDRADE, 1990).

O uso da morfologia polínica na identificação de famílias e gêneros teve seu início no século XIX, a partir das primeiras generalizações realizadas por Sprengel ao afirmar que grande parte das dicotiledôneas possuía três sulcos nos grãos de pólen, ao mesmo tempo em que Malpighi já havia observado anteriormente, que existia predominância de um único sulco em grãos de monocotiledôneas (SALGADO-LABOURIAU, 1961).

A morfologia polínica possui significância taxonômica e evolutiva que pode ser verificada em nível de espécie, gênero e categorias superiores. Observa-se que em alguns casos, o tipo de grão de pólen de um táxon é constante e característico, sendo considerado estenopolínico, como ocorre nas famílias Amaranthaceae, Poaceae, Myrtaceae. Em outros casos, os grãos de pólen podem exibir variações

consideráveis em tamanho, abertura, escultura e estrutura da exina, etc. Nestes táxons, denominados euripolínicos, os estudos dos caracteres morfopolínicos possuem grande valor para os taxonomistas, principalmente para subdivisões em táxons inferiores. Famílias euripolínicas incluem Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Malpighiaceae, entre outras (MELHEM, 1978).

As semelhanças dos caracteres polínicos podem indicar proximidades filogenéticas, no entanto, é necessário ter conhecimento que os processos evolutivos da morfologia polínica sofreram diversos progressos e retrocessos com a finalidade de melhor adaptar as espécies a seu meio específico. Com isso, é possível entender a razão das plantas filogeneticamente distantes apresentarem grãos de pólen parecidos, e outras mais aparentadas exibirem grãos de pólen bem diferentes (SANTOS, 2000 - dados não publicados).

Melhem (1978, p. 338) afirma que “evidências palinológicas podem ser usadas para posicionar táxons de afinidades incertas, sugerir rearranjos, afastamentos e separações, bem como para confirmar outras linhas de evidência.” Além disso, para Miranda e Andrade (1990) os estudos de morfologia polínica têm acrescentado informações valiosas à filogenia vegetal, desvendando afinidades entre diferentes táxons.

A morfologia polínica detêm um papel importante na divisão de gêneros. Um bom exemplo é o que ocorre em *Polygonum* L. (Polygonaceae). Estudos evidenciaram que muitos dos grupos no qual o gênero foi dividido no passado, diferenciam-se quanto ao tipo polínico, tal fato em conjunto com a morfologia geral e número cromossômico, foi utilizado para seccionar as espécies pertencentes a *Polygonum* em sete gêneros distintos (MELHEM, 1978).

De acordo com Judd *et al.* (2009), as ordens Lamiales e Solanales encontram-se inseridas no clado das Asterídeas, um grande e especializado subgrupo do clado das tricolpadas. Os tipos aperturais apresentados pelos grãos de pólen, em conjunto com caracteres morfológicas e moleculares permitem que este grupo seja considerado como monofilético.

A primeira subdivisão de Euphorbiaceae em cinco subfamílias foi baseada no número de óvulos por lóculo do ovário, tipo de laticíferos e morfologia polínica (WEBSTER 1975, 1994) que foi um fator importante para a circunscrição proposta por esse autor.

Webster (1956) com a finalidade de reconhecer os subgêneros e seções de *Phyllanthus* (Phyllanthaceae) utilizou, além dos caracteres vegetativos e reprodutivos tradicionais, a morfologia polínica.

O número e a natureza das aberturas são caracteres constantes em diversos grupos de plantas. Alguns prováveis grupos de angiospermas basais lenhosas de Magnoliales caracterizam-se por exibirem grãos de pólen monossulcados. As monocotiledôneas também possuem grãos de pólen monossulcado, em grande parte de seus representantes. Ao contrário, os membros de eudicotiledôneas que apresentam grãos de pólen tricolpados ou tipos derivados destes (JUDD *et al.*, 2009).

### 3.4 FAMÍLIA EUPHORBIACEAE

Euphorbiaceae Juss. pertence à ordem Malpighiales, inserida no clado Rosídeas e subclado Fabídeas (APG III, 2009). A família encontra-se amplamente distribuída nas regiões pantropicais do globo terrestre, ocorre com menor frequência nas zonas temperadas e são raras nas zonas frias (SOUZA; LORENZI, 2008). Américas e África constituem seus maiores pontos de dispersão (BARROSO *et al.* 1991). É representada por cerca de 246 gêneros e 6300 espécies, sendo considerada a família mais numerosa dentre as Malpighiales (WURDACK; DAVIS, 2009).

No Brasil ocorrem aproximadamente 70 gêneros e 1000 espécies de Euphorbiaceae, que encontram-se distribuídas nas mais diferentes formações naturais de nosso país, o que torna esta família uma das principais da flora brasileira (SOUZA; LORENZI, 2008). Dentre os gêneros brasileiros tem-se como destaque os que se encontram mais amplamente distribuídos: *Croton* L., *Acalypha* L., *Cnidoscolus* Pohl., *Dalechampia* L. *Jatropha* L. e *Manihot* Mill., *Hevea* Aubl.

Na região Nordeste até o momento, foi estimada por Cordeiro *et al.* (2012) a ocorrência 339 espécies e 46 gêneros de Euphorbiaceae, um total de 99 espécies acrescidas em relação a levantamentos anteriores (CORDEIRO; CARNEIRO-TORRES, 2006; LUCENA; ALVES, 2010). Entre as espécies mais difundidas na Caatinga encontram-se representantes de Euphorbiaceae, que é considerada a terceira grande família desse bioma em número de representantes (GIULIETTI *et al.*,

2002), além disso, apresenta um alto grau de endemismo nesse, com 85 espécies endêmicas (Cordeiro *et al.*, 2012).

Para a Bahia foram registradas 256 espécies pertencentes a 40 gêneros da família, incluindo *Croton* L., *Cnidoscolus* Pohl. e *Euphorbia* L. entre os mais representativos (CORDEIRO *et al.*, 2012).

Webster (1975, 1994) dividiu Euphorbiaceae em cinco subfamílias: Acalyphoideae, Crotonoideae, Euphorbioideae, Oldfieldioideae e Phyllanthoideae, usando como principais caracteres para a delimitação do grupo, o número de óvulos por lóculo do ovário, tipo de laticíferos e morfologia polínica. No entanto, análises filogenéticas baseadas em dados moleculares induziram a mudanças na circunscrição dos grupos que tradicionalmente pertenciam a Euphorbiaceae. Chase *et al.* (2002) propuseram a exclusão dos grupos com dois óvulos por lóculo do ovário, que compreendiam os representantes das subfamílias Phyllanthoideae e Oldfieldioideae, que foram desmembradas em Phyllanthaceae e Putranjivaceae (anteriormente Phyllanthoideae); e Picrodendraceae (anteriormente Oldfieldioideae), restando apenas as subfamílias uniovuladas (APG II, 2003). Com isso, a atual delimitação de Euphorbiaceae *sensu stricto* é composta por quatro subfamílias: Acalyphoideae, Cheilosoideae, Crotonoideae e Euphorbioideae, segundo dados morfológicos e moleculares (WURDACK; HOFFMANN; CHASE, 2005; WURDACK; DAVIS, 2009).

Wurdack, Hoffmann e Chase (2005) propuseram o desmembramento de Crotonoideae, com a criação de duas subfamílias: Cheilosoideae (*Cheilosa* Blume e *Neoscortechinia* Pax) e Peroideae (*Pera* Mutis, *Chaetocarpus* Thwaites, *Pogonophora* Miers ex Benth., *Clutia* L. e *Trigonopleura* Hook.f.). Posteriormente, Wurdack e Davis (2009) ao revisar as relações filogenéticas das Malpighiales, sugeriram que para Euphorbiaceae tornar-se monofilética, seria preciso elevar a subfamília Peroideae, anteriormente proposta, a Peraceae, alcançando status de família, e assegurando assim o monofiletismo de Euphorbiaceae s.s.

Seus representantes possuem hábitos variados, desde arbustos, ervas ou até lianas, são caracterizados por exibirem folhas alternas, com estípulas, látex branco (raramente colorido); flores unissexuais, geralmente 3 estiletos bífidos a muito divididos, número de estigmas superior ao de carpelos, um óvulo por lóculo, fruto geralmente esquizocárpico, com segmentos deiscentes a partir de uma coluna central, sementes frequentemente ariladas (JUDD *et al.*, 2009).

A família apresenta diversas espécies de interesse econômico, medicinal e ornamental. Dentre estas, destaca-se uma espécie nativa da Amazônia, a seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll. Arg.) que é fonte da maior parte de borracha natural e também fornece madeira. *Manihot esculenta* Crantz (mandioca) e *Cnidoscolus chayamansa* McVaugh apresentam partes comestíveis, raízes e folhas, respectivamente. A mamona (*Ricinus communis* L.) possui sementes ricas em óleo de grande potencial aplicado na linha industrial e medicinal; algumas espécies de *Euphorbia* L. produzem hidrocarbonetos reduzidos que são empregados na produção de combustíveis (JUDD *et al.*, 2009; SOUZA; LORENZI, 2008).

Souza e Lorenzi (2008) afirmam o caráter ornamental das euforbiáceas, apesar destas não possuírem flores vistosas, e sim brácteas e folhagem que lhe conferem valor ornamental. O bico-de-papagaio (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) a coroa-de-cristo (*Euphorbia milii* Des Moul.) são bastante empregadas como cerca-viva, o cróton (*Codiaeum variegatum* (L.) A.Juss.) é um arbusto de folhagem multicolorida, algumas plantas suculentas e latescentes, os candelabros (*Euphorbia ingens* E.Mey., *E. trigona* Mill. e *E. lactea* Haw.) são de belo efeito ornamental.

Os representantes de Euphorbiaceae podem ainda produzir sementes tóxicas ao ser humano. Estão inclusos nesta categoria a noqueira-de-iguape (*Aleurites moluccana* (L.) Willd.) e a purga-de-cavalo (*Joannesia princeps* Vell.) que frequentemente causam acidentes através de sua ingestão. O aveloz (*Euphorbia tirucalli* L.) apresenta um látex cáustico que ocasiona sérios acidentes ao entrar em contato com as mucosas, principalmente os olhos. Algumas espécies de *Cnidoscolus* Pohl., conhecidas vulgarmente como cansaço, são bastante comuns na Caatinga e em dunas litorâneas nordestinas e apresentam tricomas urticantes (SOUZA; LORENZI, 2008). A mamona (*Ricinus communis* L.) possui princípios tóxicos e alérgicos em várias partes da planta, como nas folhas, pericarpo e sementes ocasionando sintomas neuromusculares e gastrointestinais, principalmente pela ingestão dessas partes (MATOS *et al.*, 2011).

Grande parte das espécies de Euphorbiaceae é polinizada por insetos, mais frequentemente, moscas, abelhas, vespas e borboletas. Há ainda algumas espécies que são polinizadas por aves, morcegos e outros mamíferos e espécies anemófilas, como *Ricinus* L., *Alchornea* Sw. e *Acalypha* L. (JUDD *et al.*, 2009).

### 3.5 CARACTERIZAÇÃO PALINOLÓGICA DA FAMÍLIA EUPHORBIACEAE

Palinologicamente a família Euphorbiaceae é considerada euripolínica, visto que, seus grãos de pólen exibem variações de tamanho, número e tipo apertural, escultura e estratificação da exina, condicionando assim, uma diversidade na sua morfologia. O seu caráter euripolínico possibilita realizar inferências morfopalinológicas que venham subsidiar estudos taxonômicos entre seus representantes, como já afirmava Erdtman (1952).

Segundo Erdtman (1969) os gêneros pertencentes à Euphorbiaceae, possuem uma conexão “taxonômica-palinológica” bastante significativa para a circunscrição desta família.

Euphorbiaceae caracteriza-se por exibir grãos de pólen em mônades, tétrades ou políades, peroblatos a perprolatos, inaperturados, colpados, colporados, porados, endoaberturas circulares, lolongadas ou lalongadas, exina psilada, granulada, microrreticulada, reticulada, faveolada, pilada, clavada, gemada, baculada, verrugosa, escabrada, insulada, rugulada, estriada ou padrão-*Croton* (ERDTMAN, 1952; SALGADO-LABOURIAU, 1967, 1973; SAAD; EL-GHAZALY, 1988; EL-GHAZALY, 1989; NOWICKE, 1994; ROUBIK; MORENO, 1991; CARNEIRO-TORRES; SANTOS; GIULIETTI, 2002).

Vários trabalhos descrevem a morfologia polínica das espécies da família, podendo ser destacados: Erdtman (1952); Lopez e Diez (1985); Saad e El-Ghazaly (1988); El-Ghazaly (1989); Roubik e Moreno (1991); Gillespie (1994); Nowicke (1994); Takahashi *et al.* (1995); Fernández-González e Lobreau-Callen (1996); Park (1997,1998); Suàrez-Cervera *et al.* (2001); Perveen e Qaiser (2005); e Sagun *et al.* (2006).

Erdtman (1952) realizou um extenso trabalho palinológico, ao analisar 225 espécies pertencentes a 150 gêneros da família Euphorbiaceae, o autor expõe que a família apresenta diferentes tipos de aberturas, formas e ornamentação da exina, com grãos mônades ou dispostos em tétrades.

Lopez e Diez (1985) analisaram o caráter morfopalinológico de 123 espécies correspondentes a 34 táxons agrupados em cinco gêneros, a partir da realização do estudo, os autores segregaram cinco tipos e três subtipos diferentes de grãos de pólen.

Saad e El-Ghazaly (1988) estudaram quatro espécies egípcias de gêneros diferentes utilizando microscopia de luz, eletrônica de varredura e transmissão, fornecendo descrições bem detalhadas da esporoderme dos grãos de pólen analisados. No ano seguinte, El-Ghazaly (1989) analisou a morfologia polínica e do orbículo de nove espécies do gênero *Euphorbia*, a partir deste estudo, foi estabelecido quatro tipos de grãos de pólen através da elaboração de uma chave polínica, os grãos foram distintos por microscopia de luz e eletrônica e reconhecidos principalmente com base na escultura da exina, contudo, detalhes da abertura e do diâmetro do apocolpo, também foram considerados.

Roubik e Moreno (1991) estudaram a morfologia polínica de 30 espécies pertencentes a 19 gêneros ocorrentes na flora da Ilha de Barro Colorado-Panamá, apresentando uma chave polínica a partir dos caracteres morfopolínicos descritos.

Gillespie (1994) estudou a morfologia polínica e filogenia de 70 espécimes relacionados a 58 espécies pertencentes à tribo Plukenetieae. No mesmo ano, Nowicke (1994) num minucioso estudo sobre a palinologia de Crotonoideae investigou os grãos de pólen de 69 espécies representando 34 gêneros de 12 das 13 tribos desta subfamília.

Takahashi *et al.* (1995) analisaram palinologicamente 24 espécies pertencentes a cinco tribos e cinco subtribos pertencentes a subfamília Acalyphoideae, neste trabalho foi afirmado o caráter extraordinário da exina desta subfamília como suporte sistemático. Posteriormente, Fernández-González e Lobreau-Callen (1996) analisaram os caracteres morfopolínicos de 48 espécies da tribo Acalypheae, pertencente à subfamília Acalyphoideae, e separaram as espécies estudadas em dois tipos polínicos, baseado principalmente na ornamentação da exina e na abertura.

Park (1997) estudou a morfologia polínica de sete espécies de *Euphorbia* subg. *Agaloma* sect. *Tithymalopsis* e de dez espécies relacionadas. Park (1998) num trabalho monográfico sobre *Euphorbia* sect. *Tithymalopsis* compara dados de morfologia vegetativa, floral, e da semente, citologia, biologia reprodutiva, habitat e distribuição e inclui os dados de morfologia polínica do estudo anterior (citado acima), e uma chave polínica para separação das espécies.

Suárez-Cervera *et al.* (2001) estudaram a estrutura da esporoderme dos grãos de pólen de 11 espécies da tribo Plukenetieae subtribo *Tragiinae* e 12 espécies da tribo *Euphorbieae*.

Perveen e Qaiser (2005) estudaram 40 espécies representando seis gêneros (*Andrachne* L., *Chrozophora* A.Juss., *Dalechampia* L., *Euphorbia* L., *Mallotus* Lour. e *Phyllanthus* L.) da flora do Paquistão. Neste estudo, foram elaboradas chaves polínicas para alguns gêneros e distinção de cinco tipos polínicos. No ano posterior, Sagun *et al.* (2006) analisaram morfopalinologicamente 73 espécies do gênero *Acalypha* L., neste estudo foi verificado que os grãos de pólen deste gênero exibem significativa variação de tamanho, número e distribuição de aberturas e ornamentação da exina, desmitificando o carácter homogêneo que havia sido conferido a este gênero em trabalhos anteriores.

Para a flora brasileira, destacam-se os trabalhos de: Salgado-Labouriau (1967; 1973) para as espécies ocorrentes no cerrado; Barth *et al.* (1976) realizaram um trabalho sobre a morfologia do pólen anemófilo e alergizante no Brasil sendo incluído a espécie *Ricinus communis* L.; Gonçalves-Esteves, Esteves e Oliveira (1986) que analisaram as 12 espécies de *Sebastiania* Spreng. ocorrentes no Rio de Janeiro, e puderam observar diferenças polínicas entre as seções das quais as espécies estudadas pertenciam; Carreira, Raposo e Lobato (1991) para as plantas cultivadas no Parque do Museu Goeldi, com a descrição polínica de oito espécies relacionadas aos gêneros *Hevea* Aubl., *Hura* L., *Joannesia* Vell., *Omphalea* L.; Carreira, Secco e Barth (1996) analisaram a morfologia polínica de seis espécies lianescentes de *Croton* L., o quais elaboraram chave polínica para as espécies estudadas; Coelho e Barth (2000) descreveram três espécies de *Alchornea* Sw. ocorrentes nas matas de Santa Catarina; Takeda *et al.* (2002) para as espécies vegetais do Parque Estadual de Vila Velha- PR, no qual foi descrito a morfologia polínica da espécie *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B.Sm. & R.J.Downs; Melhem *et al.* (2003) para as espécies ocorrentes em Campos do Jordão; Moura *et al.* (2004) que estudaram as espécies de *Hevea* Aubl. e *Piranhea* Baill. das florestas da várzea e de igapó, localizadas na Ilha da Marchantaria e no rio Tarumã-Mirim-AM; Cruz-Barros *et al.* (2006) que descreveram a morfologia polínica de seis famílias, ocorrentes em Cananéia- São Paulo, dentre estas, Euphorbiaceae, com a descrição de dez espécies; Corrêa *et al.* (2010) analisaram para o estado de São Paulo na flora da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, os grãos de pólen de 27 espécies pertencentes a 14 gêneros; Sales, Barreto e Barth (2011) que examinaram sete espécies arbóreas ocorrentes no estado de Santa Catarina.

Trabalhos enfocando a palinotaxonomia da família também foram realizados, com destaque a: Punt (1962); Secco (1990) e Allem (1993), sendo o último uma análise de 14 espécies brasileiras de *Manihot*.

Os estudos de morfologia polínica para a Bahia compreendem: Oliveira e Santos (2000) que estudaram sete espécies de *Croton* ocorrentes nos *Inselbergs* da Região de Milagres; Carneiro-Torres, Santos e Giulietti (2002) que analisaram 16 espécies de *Chamaesyce* Gray, *Euphorbia* L. e *Poinsettia* Graham, pertencentes à tribo Euphorbieae distribuídas na Chapada Diamantina; Silva (2007) que estudou 12 espécies pertencentes à flora de Canudos; e Dumonte (2010) que descreveu sete espécies ocorrentes no Parque Estadual das Sete Passagens, em Miguel Calmon.

### 3.6 FAMÍLIA PHYLLANTHACEAE

Phyllanthaceae pertence à ordem Malpighiales. A família é monofilética e consiste em uma das mais diversificadas da sua ordem, com aproximadamente 2.000 espécies, arranjadas em 59 gêneros de distribuição cosmopolita (CHASE *et al.*, 2002; SAMUEL *et al.*, 2005) com centro de diversidade nas regiões tropicais (JUDD *et al.*, 2009).

No Brasil ocorrem 118 espécies e 14 gêneros (SECCO; CORDEIRO; MARTINS, 2012), sendo *Phyllanthus* o gênero mais comum, com mais de 100 espécies amplamente distribuídas em diferentes ambientes (SILVA; SALES 2003; SOUZA; LORENZI, 2008), no entanto, também é registrada a ocorrência de *Amanoa* Aubl., *Astrocasia* B.L.Rob. & Millsp., *Hyeronima* Allemão, *Margaritaria* Opiz, *Richeria* Vahl. e *Savia* Willd., entre outras (SOUZA; LORENZI, 2008).

Para a região nordeste foram registradas 53 espécies e 10 gêneros de Phyllanthaceae. Na Caatinga, a família é composta por 23 espécies e nove gêneros, e no estado baiano há a ocorrência de 43 espécies e oito gêneros, sendo *Phyllanthus* L. o gênero mais representativo, seguido de *Hieronyma* Allemão, *Richeria* Vahl e *Discocarpus* Klotzsch (SECCO; CORDEIRO; MARTINS, 2012).

Análises filogenéticas baseadas em dados moleculares ocasionaram o desmembramento de Phyllanthoideae em Phyllanthaceae e Putranjivaceae (CHASE *et al.*, 2002). Phyllanthaceae pode ser diferenciada de Euphorbiaceae pela ausência de nectários extraflorais nas folhas e látex, pela presença de dois óvulos por lóculo

do ovário, e pelas sementes sem carúnculas (SOUZA; LORENZI, 2008). Atualmente, Phyllanthaceae está dividida em duas subfamílias: Phyllanthoideae e Antidesmatoideae, e 10 tribos (HOFFMANN *et al.*, 2006).

Seus representantes são caracterizados morfológicamente por apresentarem hábito variados como ervas, arbustos ou árvores, folhas alternas, frequentemente dísticas, em geral, simples, inteiras a serradas, geralmente com estípula presente, flores unissexuais, radiais, tricarpelar, ovário súpero, dois ovúlos por lóculo, placentação axial, geralmente 3 estiletos bífidos, disco nectarífero em geral presente. Fruto frequentemente esquizocarpo, com segmentos elasticamente deiscentes a partir de uma coluna central persistente, baga ou drupa, sementes não ariladas (JUDD *et al.*, 2009).

As espécies de Phyllanthaceae possuem utilidades diversas. Algumas espécies de *Phyllanthus* são conhecidas como quebra-pedra, e utilizadas na medicina popular para eliminar problemas renais. A mil-cores (*Breynia disticha* J.R.Forst. & G.Forst.) e poucas espécies de *Bischofia* Blume e *Phyllanthus* L. possuem potencial ornamental, e alguns representantes de *Antidesma* e *Phyllanthus* produzem frutos comestíveis e ricos em vitamina C (SOUZA; LORENZI, 2008; JUDD *et al.*, 2009).

Algumas espécies brasileiras possuem grande potencial paisagístico, apesar de não serem cultivadas para tal, entre estas estão inclusas: *Phyllanthus acuminatus* Müll. Arg., *P. angustissimus* Müll. Arg., *P. flagelliformis* Müll. Arg., *P. gladius* Müll. Arg., *P. klotzschianus* Müll. Arg., *P. scoparius* Müll. Arg., *P. spartioides* Müll. Arg. que embelezam áreas de campos rupestres e restingas com seus caules modificados em cladódios (CARNEIRO-TORRES *et al.*, 2003).

A polinização das flores de Phyllanthaceae é realizada por pequenos insetos generalistas, incluindo abelhas e moscas, no entanto, mariposas do gênero *Epicephala* também desempenham este papel em espécies de *Phyllanthus* L.. A dispersão de suas sementes pode ser através de aves, para as espécies com frutos carnosos, e as espécies com frutos esquizocárpico exibem dispersão balística (JUDD *et al.*, 2009).

### 3.7 CARACTERIZAÇÃO PALINOLÓGICA DA FAMÍLIA PHYLLANTHACEAE

A maioria dos trabalhos palinológicos que tratam dos representantes de Phyllanthaceae encontram-se subordinados a antiga classificação desta família, quando a mesma era reconhecida como subfamília de Euphorbiaceae. Além disso, os trabalhos referem-se em sua quase maioria ao gênero *Phyllanthus* L.

*Phyllanthus* seção *Choretropsis*, subseções *Choretropsis* e *Applanata*, podem ser caracterizados por um tipo polínico básico de grãos de pólen prolatos e subprolatos, zonocolporados, 4-5 colpos invaginados e um teto semitectado comumente reticulado (SANTIAGO *et al.*, 2004), no entanto, o gênero como um todo, possui uma ampla variedade morfopolínica, que pode ainda auxiliar numa melhor circunscrição de seus táxons.

Os trabalhos palinológicos de Phyllanthaceae incluem: Erdtman (1952), Köhler (1965), Punt e Rentrop (1974), Bor (1979), Punt (1980), Meewis e Punt (1983), Lobreau-Callen *et al.* (1988), Saad e El-Ghazaly (1988), Roubik e Moreno (1991), Sagun e Van der Ham (2003), Perveen e Qaiser (2005), García, Rangel e Fernández (2011) e Leal *et al.* (2011).

Erdtman (1952) estudou a morfologia dos grãos de pólen de *Phyllanthus* e mostrou sua importância nas relações de parentesco deste gênero.

Punt e Rentrop (1974) analisaram 20 espécies de *Phyllanthus* nativas dos Estados Unidos e dividiram as espécies em cinco tipos polínicos, baseados na ornamentação da exina, abertura e na relação sexina/nexina e sexina1/ sexina 2. Posteriormente, Bor (1979) estudou algumas espécies de *Phyllanthus* e as dividiu em sete tipos de acordo com as características polínicas, porém todos os grãos de pólen foram caracterizados por uma ornamentação bi-reticulada.

Punt (1980) examinou os grãos de pólen de 38 espécies de *Phyllanthus* ocorrentes na Nova Guiné, o autor elaborou uma chave polínica para as espécies e pode separá-las em nove tipos polínicos. Três anos depois, Meewis e Punt (1983) estudaram dezenove espécies de duas seções do subgênero *Kirganelia*, e dez tipos polínicos puderam ser estabelecidos.

Lobreau-Callen *et al.* (1988) verificaram a morfologia polínica de 46 espécies de *Phyllanthus* ocorrentes na Nova Caledônia, e baseados nos morfocaracteres de forma, abertura e ornamentação da exina estabeleceram cinco tipos polínicos: *Phyllanthus acinacifolius*, *P. aeneus*, *P. casticum*, *P. virgatus* e *P. loranthoides*. No mesmo ano, Saad e El-Ghazaly (1988) estudaram palinologicamente *Phyllanthus*

*rotundifolius* Klein ex Willd. sob microscopia óptica e eletrônica de varredura e transmissão.

Roubik e Moreno (1991) estudaram a morfologia dos grãos de pólen de *Phyllanthus acuminatus* Vahl. e *P. amarus* H. Schum. & Thonn ocorrentes na flora da Ilha de Barro do Colorado, Panamá. Posteriormente, Sagun e Van Der Ham (2003) em um trabalho bastante vasto, descreveram a morfologia polínica de 129 espécies pertencentes à subtribo Flueggeinae.

Perveen e Qaiser (2005) ao estudarem os grãos de pólen da Flora do Paquistão descreveram os grãos de pólen de cinco espécies de *Phyllanthus*, e caracterizaram seus grãos de pólen no tipo *Phyllanthus urinaria* L.

Recentemente García, Rangel e Fernández (2011) descreveram os grãos de pólen de *Phyllanthus elsiae* Urb e *Phyllanthus nobilis* (L. f.) Müll. Arg ocorrentes no Caribe Colombiano. No mesmo ano, Leal *et al.* (2011) analisaram palinologicamente *Phyllanthus majus* Steyerl. ocorrente na Guiana, Venezuela.

Para o Brasil são poucos os trabalhos sobre morfologia polínica de Phyllanthaceae, podendo citar: Carreira, Raposo e Lobato (1991) que verificaram os grãos de pólen de oito espécies de Euphorbiaceae, no qual estava incluso *Phyllanthus niruri* L., que pode ser distinguida das demais espécies pelos seus grãos de pólen prolatos; Webster e Carpenter (2002) investigaram 22 espécies neotropicais dos seguintes subgêneros de *Phyllanthus*: *Conami*, *Cyclanthera*, *Emblica*, *Gomphidium*, *Isocladus*, *Kirganelia*, *Phyllanthus* e *Xylophylla*, sob microscopia eletrônica de varredura; Santiago *et al.* (2004) examinaram sob microscopia óptica e eletrônica de varredura oito espécies de *Phyllanthus*, subgênero *Phyllanthus*, seção *Choretropsis* endêmicas do Brasil, e consideraram que todas as espécies se enquadravam em apenas um tipo polínico, subdividido em dois subtipos; Silva (2008) averiguou a morfologia polínica de 30 espécies do gênero *Phyllanthus* pertencentes aos subgêneros *Conami*, *Isocladus* e *Phyllanthus*, ocorrentes no Brasil; Côrrea *et al.* (2010) analisaram sob microscopia óptica três espécies de *Phyllanthus* presente na Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, o autor propôs uma chave polínica, que permitiu diferenciar as espécies em relação a forma de seus grãos de pólen.

Na Bahia tem-se registro do trabalho de Silva (2007) que analisou a morfologia polínica de *Phyllanthus* sp. ocorrente na flora de Canudos; e de Dumonte (2010) que em seu trabalho monográfico descreveu os grãos de pólen de *P. falcatus*

Sw. ocorrente no Parque Estadual das Sete Passagens situado no município de Miguel Calmon.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estado da Bahia encontra-se situado na região Nordeste, limitando-se entre os estados de Piauí, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Espírito Santo, Minas Gerais, Goiás e Tocantins. Ocupa uma área correspondente a 567.295,3 km<sup>2</sup>, que equivale a 36,34% do Nordeste e 6,64% do território brasileiro (GIULIETTI *et al.*, 2006).

A diversidade de espécies vegetais na Bahia é extremamente alta. O estado encontra-se posicionado no quarto lugar entre os estados brasileiros com maior diversidade vegetal, e em segundo lugar quando se trata do número de angiospermas ocorrentes em solo brasileiro (FORZZA *et al.*, 2010).

A diversidade topográfica e climática existente na Bahia proporciona uma grande diversidade de formações vegetacionais. Segundo Giulietti *et al.* (2006) três dos grandes biomas do Brasil encontram-se aqui representados, sendo estes: Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Além disso, encontram-se outros tipos vegetacionais, incluindo restingas, mangues, várzeas e matas mesófilas (na porção leste do Estado); florestas montanas, ciliares, mesofilas e campos rupestres (a oeste) e os tipos associados à Chapada Diamantina (Silva *et al.*, 2006).

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro que ocupa 734.000 km<sup>2</sup>, correspondendo a 70% da região Nordeste e 9,92% do território nacional, abrangendo todos os estados do nordeste e o norte de Minas Gerais (BUCHER, 1982; IBGE 2010; SILVA *et al.*, 2004) no entanto, é na Bahia que o domínio da Caatinga possui sua maior extensão territorial, sendo que esta vegetação ocupa a maior parte do território do estado (GIULIETTI *et al.*, 2006).

A vegetação da Caatinga é caracterizada por ser xerófila constituída por plantas tortuosas, espinhentas, de folhas pequenas e caducas, de hábitos arbustivos e arbóreos de pequeno porte em meio a um estrato herbáceo, geralmente não graminoso. Apresenta alta resistência à seca devido a diferentes mecanismos anatomo-fisiológicos (MENDES, 1997), além disso, sua diversidade florística é extremamente alta, com 4.484 espécies de plantas (FORZZA *et al.*, 2010), com altas taxas de endemismo (GIULIETTI *et al.*, 2002).

Os campos rupestres localizam-se frequentemente associados a regiões montanhosas acima de 1000m de altitude e em afloramentos de arenito ou quartzito, situados nas regiões sudeste e nordeste do Brasil (ALVES; CARDIN; KROPF, 2007). Este tipo vegetacional é o predominante na Chapada Diamantina (CONCEIÇÃO; GIULIETTI, 2002). Nos estados de Minas Gerais e Bahia, especificadamente, na Cadeia do Espinhaço, situam-se os locais onde o campo rupestre é encontrado em sua maneira mais típica (CONCEIÇÃO, 2008).

A flora existente nos campos rupestres possui elevada diversidade taxonômica, com grande número de táxons endêmicos e ampla variação na composição da flora de áreas diferentes (QUEIROZ; SENA; COSTA, 1996). De acordo com Queiroz (2006) a elevada diversidade alfa (chamada também de riqueza) e beta (diversidade entre áreas) consistem nas principais características biogeográficas dos campos rupestres. Com isso, cada área de campo rupestre inventariada mostra um conjunto específico de espécies que não ocorre em nenhuma outra área.

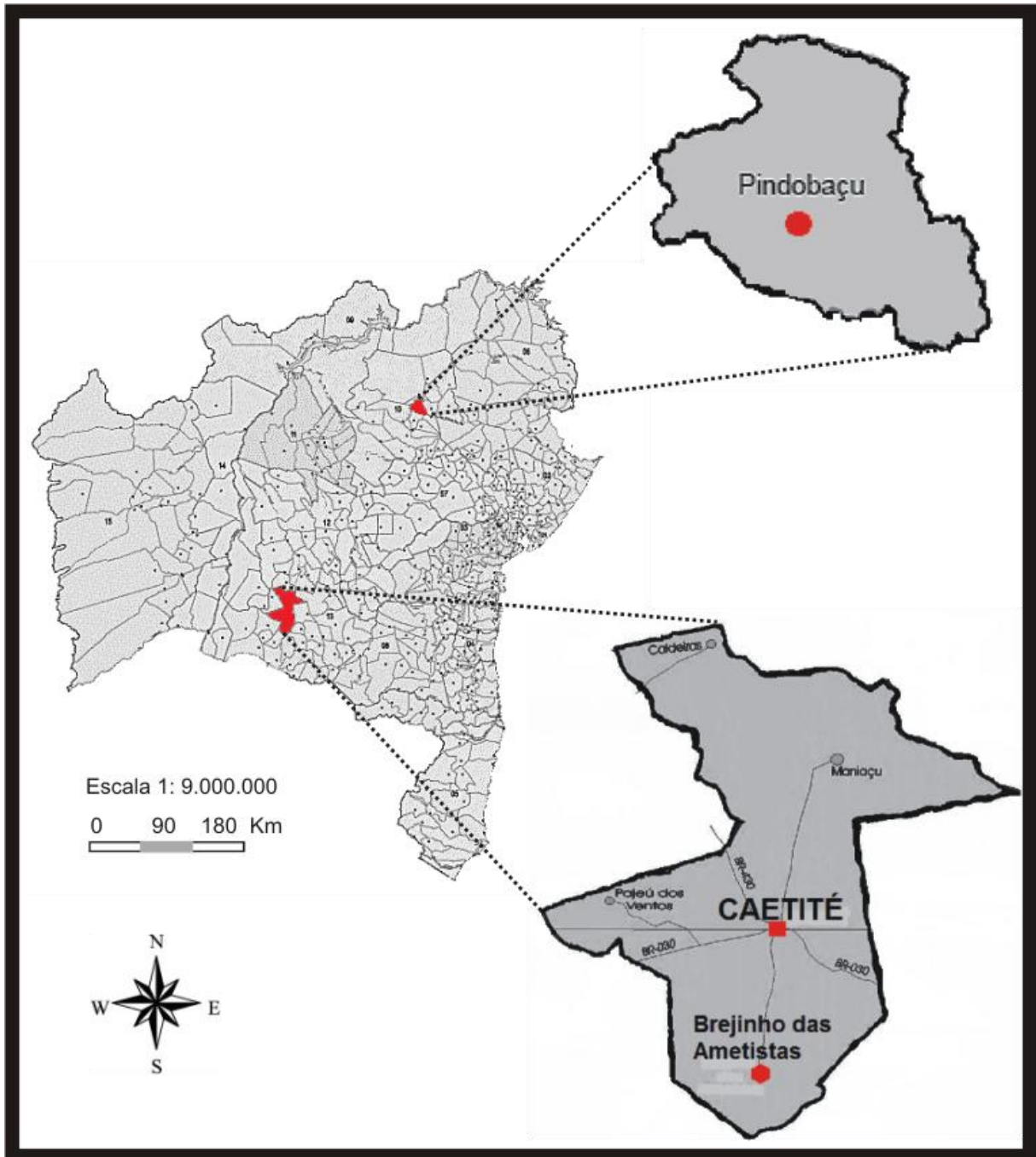
Os locais de estudo desta pesquisa compreendem o distrito de Brejinho das Ametistas, no município de Caetité, e a Serra da Fumaça, no município Pindobaçu – BA (Figura 1), ambos caracterizados por exibirem ecótonos vegetacionais, apresentando, sobretudo, áreas de Catinga e Campo rupestre.

A cidade de Caetité localiza-se a 757 quilômetros de Salvador, e apresenta uma população estimada em 47.524 habitantes (IBGE, 2010), o município caracteriza-se pela exploração de ricas jazidas de urânio, ametista e manganês, onde a preocupação ambiental se faz presente.

O distrito de Brejinho das Ametistas fica a 1.000 m de altitude, distando 24 km da sede do município de Caetité, seguindo por estrada municipal. Constitui uma área de ecótono entre caatinga, cerrado, campo rupestre e mata ciliar de riachos que serpenteiam as baixadas.

O município de Pindobaçu está localizado na região do Piemonte norte do Itapicurú, ao norte do estado baiano. A cidade localiza-se a 377 quilômetros de Salvador, com uma população estimada em cerca de 20.000 habitantes (IBGE, 2010).

**Figura 1.** Localização da área de estudo destacando os municípios baianos de Caetité e Pindobaçu.



Fonte: SEI, 2007 (Adaptado).

A Serra da Fumaça encontra-se situada no município de Pindobaçu, na ecorregião da Depressão Sertaneja Meridional do bioma Caatinga, e integra as Serras da Jacobina. Em conjunto com as Serras da Santana, Maravilha, Mato Escuro, Areião, Gado Bravo, Mocó, Brejo do Padre, Morgados, Mamão, entre outras, foi identificada pelo Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade

Biológica Brasileira (PROBIO) como de importância biológica extremamente alta. A vegetação predominante é representada pelos contatos cerrado-floresta estacional e cerrado-caatinga (SEI, 1997), abrigando ainda, campos rupestres, florestas ciliares, florestas semidecíduas.

## 4.2 COLETA DAS AMOSTRAS

Com base no levantamento realizado no acervo do Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS) e do Herbário da Universidade do Estado da Bahia (HUNEB- Coleção Caetité e Coleção Senhor do Bonfim), selecionou-se 20 espécies de Euphorbiaceae (*Astraea* sp., *Croton adamantinus* Müll. Arg., *Croton grewioides* Baill., *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton imbricatus* L.R. Lima & Pirani, *Croton jacobinensis* Baill., *Croton muscicapa* Müll. Arg., *Croton radlkoferi* Pax & K.Hoffm., *Croton tetradenius* Baill., *Croton triangularis* Müll. Arg., *Croton velutinus* Baill., *Dalechampia peckoltiana* Müll. Arg., *Euphorbia hyssopifolia* L., *Euphorbia potentilloides* Boiss., *Manihot jacobinensis* Müll. Arg., *Manihot tripartita* (Spreng.) Müll.Arg., *Manihot* sp. 1, *Manihot* sp. 2, *Sebastiania corniculata* Müll. Arg., *Sebastiania* cf *myrtilloides* (Mart.) Pax.) e duas espécies de Phyllanthaceae (*Phyllanthus falcatus* Sw., *Richeria grandis* Vahl.), ocorrentes na flora de Brejinho das Ametistas e da Serra da Fumaça, municípios baianos de Caetité e Pindobaçu, respectivamente. Algumas espécies que continham representantes no acervo dos herbários consultados não foram aqui estudadas por exibirem apenas frutos ou por não conter material polinífero disponível.

O material botânico (flores e/ou botões florais) foi coletado de exsicatas ou duplicatas depositadas no Herbário da Universidade de Feira de Santana (HUEFS) e no Herbário da Universidade do Estado da Bahia (HUNEB- Coleção Caetité e coleção Senhor do Bonfim).

Sempre que possível, analisou-se mais de um espécime por espécie.

### **MATERIAL EXAMINADO:**

**Euphorbiaceae:** *Astraea* sp.: BRASIL: Bahia: Pindobaçu, Serra da Fumaça, 26/X/2008, L.A. Sousa 157 (HUNEB 1110). *Croton adamantinus* Müll. Arg.:

Pindobaçú, Serra da Fumaça, 16/XII/2008, *L.A. Sousa* 210 (HUNEB 1218). ***Croton grewoides* Baill.**: Pindobaçú, Serra da Fumaça, 16/XII/2008, *L.A. Sousa* 213 (HUNEB 1220). ***Croton heliotropiifolius* Kunth**: Caetité, Brejinho das Ametistas, 05/I/2007, *M.M. Silva-Castro* 1413 & *I. F. Castro* (HUEFS 131602). ***Croton imbricatus* L.R. de Lima & J.R. Pirani**: Caetité, Brejinho das Ametistas, 20/XI/2006, *M.M. Silva-Castro* 1052 (HUEFS 114457). ***Croton jacobinensis* Baill.**: Pindobaçú, Serra da Fumaça, 24/V/2008, *L.A. Sousa* 85 (HUNEB 723); Pindobaçú, Serra da Fumaça, 16/XII/2008, *L.A. Sousa* 226 (HUNEB 1233). ***Croton muscicapa* Müll. Arg.**: Pindobaçú: Serra da Fumaça, 24/V/2008, *L.A. Sousa* 78 & *R. B. Carvalho* (HUNEB 716). ***Croton radlkoferi* Pax & K.Hoffm.**: Bahia: Caetité, Brejinho das Ametistas, 10/I/2006, *T.S. Nunes* 1557 (HUEFS 104327). ***Croton tetradenius* Baill.**: Pindobaçú, Serra da Fumaça, 16/XII/2008, *L.A. Sousa* 223 (HUNEB 1230). ***Croton triangularis* Müll. Arg.**: Caetité, Brejinho das Ametistas, 10/I/2008, *A. Rapini* 1472 (HUEFS 139701). ***Croton velutinus* Baill.**: Pindobaçú, Serra da Fumaça, *L.A. Sousa* 172 (HUNEB 1125). ***Dalechampia peckoltiana* Müll. Arg.**: Caetité, Brejinho das Ametistas, 29/IV/01, *C. Correia* 63 *et al.* (HUEFS 53174); Caetité, Brejinho das Ametistas, 29/IV/08, *L.V. Vasconcelos* 74 (HUNEB 19406). ***Euphorbia hyssopifolia* L.**: Pindobaçú, Serra da Fumaça, 26/VI/2011, *L.A. Sousa* 314 (HUNEB 1627); Pindobaçú, Serra da Fumaça, 10/XII/2008, *L.A. Sousa* 203 (HUNEB 1211). ***Euphorbia potentilloides* Boiss**: Caetité, Brejinho das Ametistas, 10/I/2008, *R.F. Souza-Silva et al.* 288 (HUEFS 132501). ***Manihot jacobinensis* Müll. Arg.**: Pindobaçú, Serra da Fumaça, 23/VII/2011, *L.A. Sousa* 391 (HUNEB 1630). ***Manihot tripartita* (Spreng.) Müll. Arg.**: Caetité, Brejinho das Ametistas, 10/I/2006, *T.S. Nunes* 1564 (HUEFS 104334). ***Manihot* sp. 1**: Caetité, Brejinho das Ametistas, 20/I/09, *L.V. Vasconcelos* 161 (HUNEB 19493). ***Manihot* sp. 2**: Caetité, Brejinho das Ametistas, 23/I/09, *C.E.A. Silveira- Júnior* 31 & *L.V. Vasconcelos* (HUNEB 19560). ***Sebastiania corniculata* Müll. Arg.**: Caetité, Brejinho das Ametistas, 13/XII/07, *M.D. Saba* 29 (HUNEB 19024). ***Sebastiania* cf. *myrtilloides* (Mart.) Pax**: Caetité, Brejinho das Ametistas, *M.L. Guedes* 14247 (HUNEB 19281). **Phyllanthaceae**: ***Richeria grandis* Vahl**: Caetité, Brejinho das Ametistas. 10/I/2006, *T.S. Nunes* 1598 (HUEFS 104368). ***Phyllanthus falcatus* Sw.**: Pindobaçú, Serra da Fumaça, 29/VIII/2009, *L.A. Sousa* 287 & *L. G. V. Mello* (HUNEB 1355).

### 4.3 PROCESSAMENTO PARA MICROSCOPIA DE LUZ

No presente trabalho adotou-se a técnica de acetólise segundo Erdtman (1960). O material polínifero foi retirado de anteras férteis providas de botões florais. O material permaneceu na mistura acetolítica durante um minuto e meio a dois minutos, em seguida, montados entre lâminas e lamínulas com gelatina glicerinada, e seladas com parafina fundida.

Do total de cinco lâminas montadas, uma delas foi montada com gelatina glicerinada corada com safranina, para melhor visualização dos caracteres morfopolínicos.

As lâminas foram etiquetadas e inseridas na Palinoteca do Laboratório de Palinologia da UNEB dos *Campi VI e VII*.

### 4.4 CARACTERIZAÇÃO PALINOLÓGICA

#### 4.4.1 Morfometria polínica e tratamento estatístico dos dados

Os principais parâmetros morfométricos foram mensurados (diâmetros equatorial, diâmetro polar e diâmetro equatorial em vista polar), sendo tomadas medidas sempre que possível, em 25 grãos de pólen ao acaso, distribuídos em no mínimo três lâminas, a fim de uniformizar a amostra. Os demais parâmetros (lado do apocolpo, diâmetro das aberturas e espessura da exina, sexina e nexina) foram mensurados em dez grãos de pólen, sempre tomados ao acaso. As referidas mensurações foram feitas no microscópio Zeiss (no modelo Axiostar plus). Para os grãos de pólen apolares, foi feito apenas a medida de um diâmetro.

Tratou-se estatisticamente os resultados quantitativos, calculando-se a média aritmética, o desvio padrão da amostra, o desvio padrão da média, o coeficiente de variabilidade, o intervalo de confiança a 95% e a faixa de variação, para as mensurações dos parâmetros polínicos com tamanho amostral igual a 25, para as demais mensurações com tamanho amostral inferior a 25, apenas a média aritmética foi calculada.

#### 4.4.2 Ilustrações e descrições

Os caracteres morfológicos foram ilustrados através de fotomicrografias obtidas por meio do microscópio Zeiss Axioskop 40. Os grãos de pólen foram descritos quanto: ao tamanho, forma, polaridade, aberturas e ornamentação e escultura da exina. Para isto utilizou-se a nomenclatura palinológica de Punt *et al.* (2007).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização morfológica e morfométrica dos grãos de pólen das espécies estudadas encontram-se representadas nas tabelas 1 a 3.

### 5.1 DESCRIÇÕES POLÍNICAS

#### EUPHORBIACEAE

##### *Astraea Klotzsch* (Tab.1 e 4)

Espécie estudada: *Astraea* sp.

##### *Astraea* sp. (Fig.2 A-C)

Grãos de pólen médios, esféricos, apolares, inaperturados. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 5-8 pilos, com forma subcircular e psilados, rosetas com espaço central bem delimitado. Sexina mais espessa que a nexina.

##### **Comentários:**

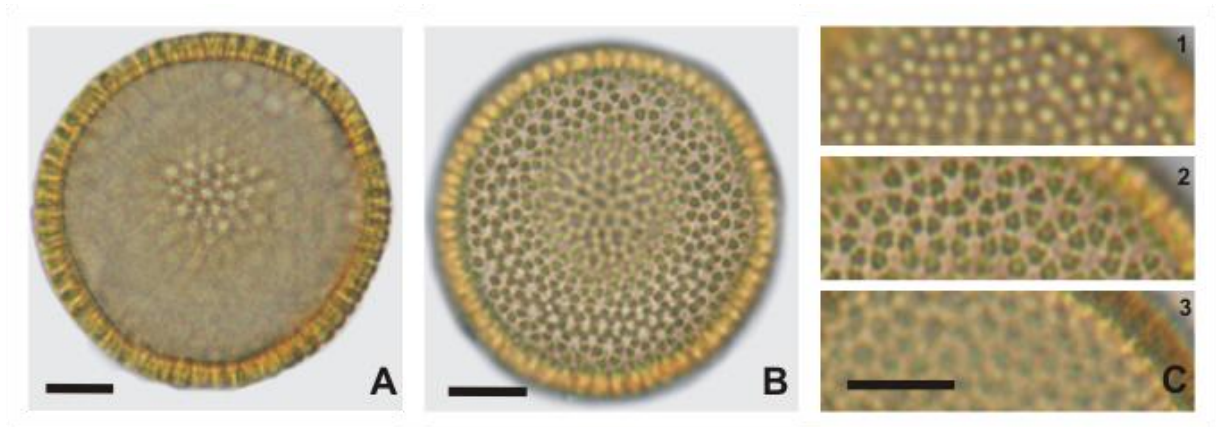
A espécie aqui analisada apresentou características polínicas típicas dos grãos de pólen do gênero *Croton*, pelo caráter apolar, esférico, inaperturado e exina do tipo padrão-*Croton* compartilhados entre os grãos de pólen de ambos. *Astraea* foi recentemente separada de *Croton*, gênero do qual era anteriormente considerado uma seção, sendo elevado a categoria de gênero (BERRY *et al.*, 2005; DE-PAULA, 2010), compartilhando entre si inúmeras características morfológicas, inclusive morfopolínicas.

Verificou-se que os pilos que formam as rosetas da exina padrão-*Croton* evidenciada na espécie aqui analisada, encontram-se dispostos sobre um muro com lumens maiores que 1 $\mu$ m (Figura 2-C).

*Astraea* sp. e *Manihot*, ambos pertencentes à subfamília Crotonoideae, compartilham o tipo escultural da exina, padrão-*Croton*, entretanto, existem morfocaracteres que podem diferenciar as espécies destes gêneros: *Manihot* caracteriza-se pelos grãos de pólen pantoporados e grandes a muito grandes, enquanto na espécie de *Astraea* aqui analisada os grãos de pólen caracterizam-se como inaperturados e médios.

Não foram encontradas referências sobre a morfologia polínica de *Astraea* na literatura especializada, sendo os dados aqui apresentados, provavelmente, inéditos para o gênero.

**Figura 2.** Grãos de pólen de espécies de *Astraea* sp. **A.** Corte óptico. **B.** Detalhe da superfície. **C.** Análise de L.O. (Escala = 10  $\mu$ m).



**Croton L.** (Tab.1 e 4)

Espécies estudadas: *Croton adamantinus* Müll. Arg.

*Croton grewioides* Baill.

*Croton heliotropiifolius* Kunth

*Croton imbricatus* L.R. Lima & Pirani

*Croton jacobinensis* Baill.

*Croton muscicapa* Müll. Arg.

*Croton radlkoferi* Pax & K.Hoffm.

*Croton tetradenius* Baill.

*Croton triangularis* Müll. Arg.

*Croton velutinus* Baill.

***Croton adamantinus* Müll. Arg.** (Fig.3 A-C)

Grãos de pólen médios, apolares, esféricos, inaperturados. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 4-8 pilos, com forma triangular (maioria) a subtriangular e psilados, rosetas com espaço central bem delimitado. Sexina mais espessa que a nexina.

***Croton grewioides* Baill.** (Fig.3 D-F)

Grãos de pólen médios, apolares, esféricos, inaperturados. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 4-7 pilos, heteromórficos (variando de triangular a subcircular) e psilados, rosetas com espaço central reduzido. Sexina mais espessa que a nexina.

***Croton heliotropiifolius* Kunth** (Fig.3 G-H)

Grãos de pólen médios, apolares, esféricos, inaperturados. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 5-7 pilos, com forma subtriangular e psilados, rosetas com espaço central bem delimitado. Sexina mais espessa que nexina.

***Croton imbricatus* L.R. Lima & Pirani** (Fig.3 I-J)

Grãos de pólen grandes, apolares, esféricos, inaperturados. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 5-7 pilos, com forma subtriangular e psilados, rosetas com espaço central bem delimitado. Sexina mais espessa que nexina.

***Croton jacobinensis* Baill.** (Fig.3 K-L)

Grãos de pólen grandes, apolares, esféricos, inaperturados. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 4-8 pilos, com forma triangular (maioria) a subtriangular e psilados, rosetas com espaço central variável de reduzido a bem delimitado. Sexina e nexina de difícil delimitação.

***Croton muscicapa* Müll. Arg.** (Fig.4 A-B)

Grãos de pólen grandes, apolares, esféricos, inaperturados. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 4-8 pilos, com forma subcircular a subtriangular (raros retangulares) e psilados, rosetas com espaço central bem delimitado. Sexina mais espessa que a nexina.

***Croton radlkoferi* Pax & K.Hoffm.** (Fig.4 C-D)

Grãos de pólen grandes, apolares, esféricos, inaperturados. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 5-8 pilos, com forma subtriangular e psilados, rosetas com espaço central bem delimitado. Sexina e nexina de difícil delimitação.

***Croton tetradenius* Baill.** (Fig.4 E-F)

Grãos de pólen médios, apolares, esféricos, inaperturados. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 5-7 pilos, com forma subtriangular a subcircular e psilados, rosetas com espaço central bem delimitado. Sexina e nexina indistintas.

***Croton triangularis* Müll. Arg.** (Fig.4 G-I)

Grãos de pólen grandes, apolares, esféricos, inaperturados. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 5-7 pilos, com forma subtriangular (maioria) a quadrangular e psilados, rosetas com espaço central reduzido. Sexina e nexina de difícil delimitação.

***Croton velutinus* Baill.** (Fig.4 J-L)

Grãos de pólen grandes, apolares, esféricos, inaperturados. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 4-7 pilos, com alguns fundidos lateralmente, pilos com forma subcircular (raros triangulares) e psilados, rosetas com espaço central bem delimitado. Sexina mais espessa que a nexina.

**Comentários:**

As espécies de *Croton*, aqui estudadas, apresentaram características bastante homogêneas, uma vez que a forma, a polaridade, o tipo apertural e o padrão de ornamentação da exina não exibem diferenciação entre as espécies analisadas. No entanto, diferenças no tamanho e no arranjo da escultura da exina são morfocaracteres que podem auxiliar na distinção polínica das espécies.

O padrão de forma esférica e polaridade do tipo apolar evidenciado em todas as espécies aqui representadas são decorrentes do caráter inaperturado dos grãos de pólen, que é característico do gênero *Croton*.

Entre as espécies estudadas verificou-se que o tamanho médio foi evidenciado em *Croton heliotropiifolius*, *C. adamantinus*, *C. grewoides* e *C. tetradenius*. Nas demais espécies o tamanho grande foi constante.

Quanto ao tipo apertural os grãos de pólen são inaperturados, estando em concordância com os trabalhos de Erdtman (1952), Salgado-Labouriau (1967, 1973), Roubik e Moreno (1991), Nowicke (1994), Carreira *et al.* (1996), Melhem *et al.* (2003), Colinvaux *et al.* (2005), Cruz-Barros *et al.* (2006), Silva (2007), Dumonte (2010), Côrrea *et al.* (2010).

O padrão-*Croton* de ornamentação da exina foi verificado em todas as espécies aqui estudadas (Figuras 3 e 4), e encontra-se de acordo com os diversos trabalhos palinológicos sobre o gênero citados anteriormente. Erdtman (1952) descreveu um tipo especial de ornamentação da exina no qual ele denominou de padrão-*Croton*, referenciando-se ao gênero *Croton* L. Segundo o autor, este padrão de ornamentação é caracterizado por se configurar de excrescências triangulares ou mais ou menos circulares em seção transversal da sexina, suportadas por uma camada baculada, baculóide ou esponjosa.

Observou-se que os pilos que formam as rosetas da exina padrão-*Croton* encontram-se dispostos sobre um muro com lumens menores que 1 $\mu$ m em *Croton adamantinus* (Figura 3-C), *C. grewoides* (Figura 3-F), *C. jacobinensis* (Figura 3-L), *C. tetradenius* (Figura 4-F) e *C. velutinus* (Figura 4-L), a muros com lumens maiores que 1 $\mu$ m nas demais espécies (Figuras 4- B, D, F, I e L).

Cruz-Barros *et al.* (2006) analisaram os grãos de pólen de *Croton macrobothrys* e verificaram sob microscopia eletrônica de varredura (MEV) a presença de grânulos no lúmen das unidades de ornamentação, que no presente trabalho sob microscopia de luz (ML) não foi verificado.

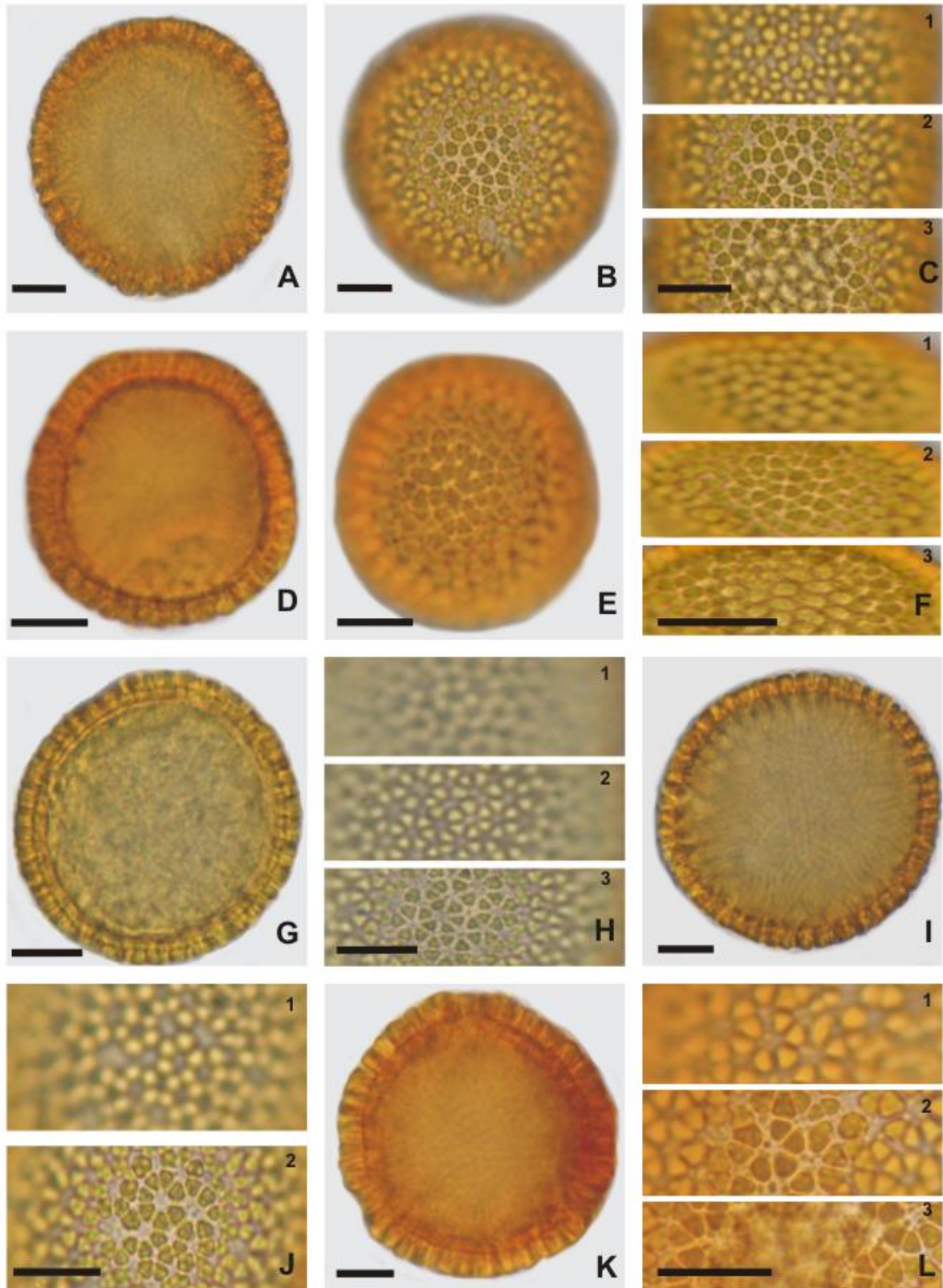
Nowicke (1994) e Carreira (1996) afirmaram que os pilos das unidades de ornamentação do padrão-*Croton* podem conter ápice psilado, estriado ou equinado. As espécies aqui analisadas sobre microscopia de luz apresentaram pilos psilados, sendo os dados aqui apresentados concordantes com os trabalhos de Cruz-Barros *et al.* (2006) Silva (2007), sendo o primeiro sob MEV, e o segundo sob ML.

Entre as espécies estudadas, *Croton velutinus* Baill. apresentou alguns pilos fundidos lateralmente, o que não foi verificado nas demais espécies analisadas. Em *Croton tetradenius* Baill. foi observado que algumas rosetas não possuem um arranjo bem definido.

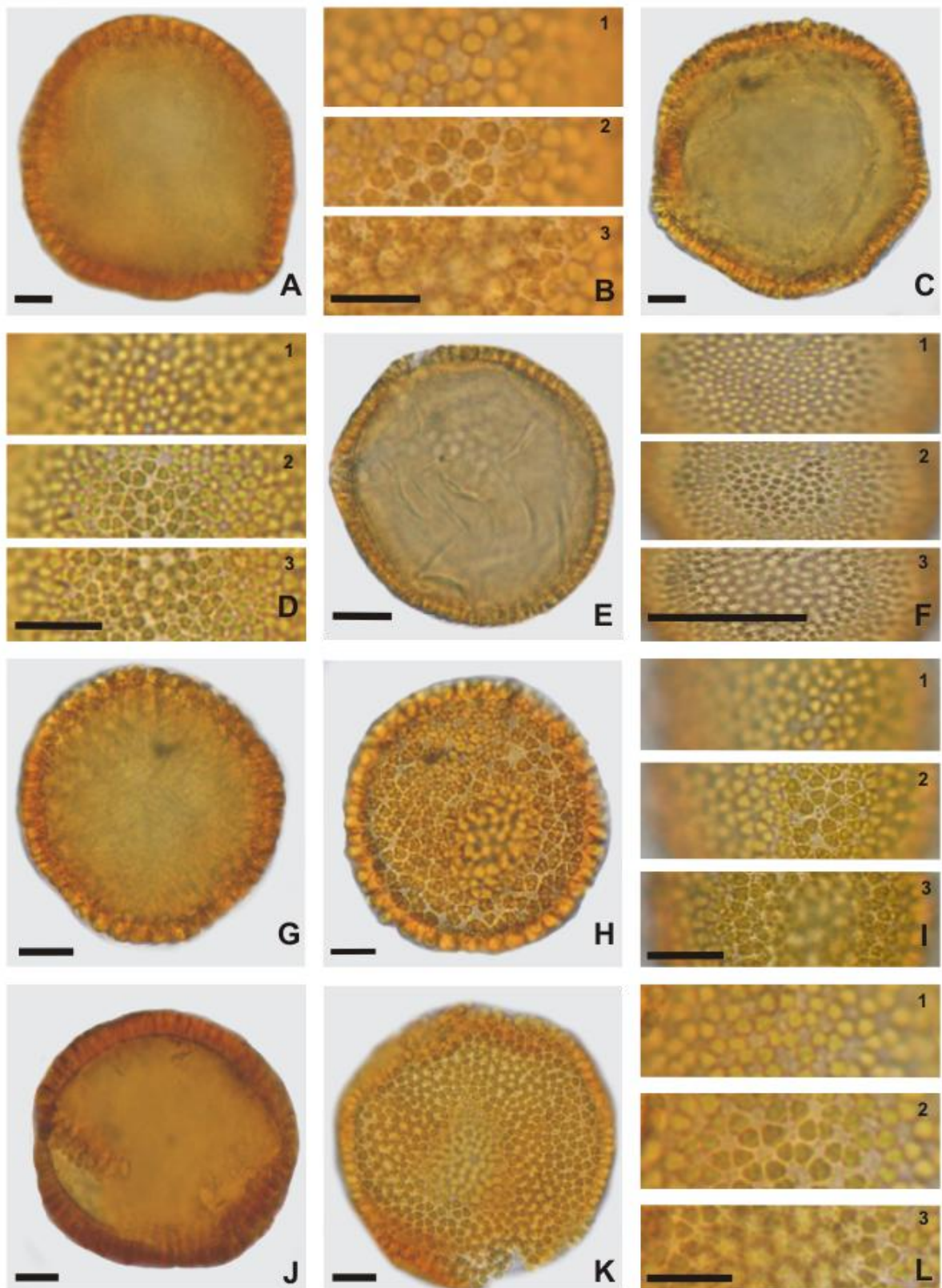
Quanto a estrutura da exina, verificou-se em todos os grãos de pólen onde foi possível a mensuração, que houve predominância da sexina mais espessa que a nexina, corroborando os trabalhos de Erdtman (1952), Salgado-Labouriau (1967, 1973), Melhem *et al.* (2003) e Côrrea *et al.* (2010). A maior espessura da sexina foi verificada em *Croton muscicapa* com 3,7  $\mu\text{m}$  e a menor em *Croton imbricatus* com 2,1  $\mu\text{m}$  (Tab. 3).

Silva (2007) e Dumonte (2010) descreveram a morfologia dos grãos de pólen de *Croton heliotropiifolius* e caracterizam-no com tamanho grande, sendo corroborado no presente estudo. No entanto, no mesmo estudo Silva (2007) caracterizou morfopalinologicamente a espécie *C. grewioides* e constatou grãos de pólen pequenos e com rosetas formadas por 6-8 pilos de forma subtriangular, diferindo do resultado encontrado para a mesma espécie aqui morfocaracterizada, que apresentou grãos de pólen médios com rosetas formadas por 4-7 pilos heteromórficos. Oliveira e Santos (2000) também analisaram os grãos de pólen de *C. grewioides* e verificaram a presença de báculos livres no lúmen das rosetas, o que não foi observado no presente estudo, no entanto, o autor também encontrou grãos de pólen médios.

**Figura 3.** Grãos de pólen de espécies de *Croton* L. **A-C** *Croton adamantinus* Müll. Arg: **A.** Corte óptico. **B.** Detalhe da superfície **C.** Análise de L.O. **D-F** *Croton grewoides* Baill: **D.** Corte óptico. **E.** Detalhe da superfície. **F.** Análise de L.O. **G-H.** *Croton heliotropiifolius* Kunth.: **G.** Corte óptico. **H.** Análise de L.O. **I-J.** *Croton imbricatus* L.R. Lima & Pirani: **I.** Corte óptico. **J.** Análise de L.O. **K-L.** *Croton jacobinensis* Baill.: **K.** Corte óptico. **L.** Análise de L.O. (Escala = 10 µm).



**Figura 4.** Grãos de pólen de espécies de *Croton* L. **A-B** *Croton muscicapa* Müll. Arg.: **A.** Corte óptico. **B.** Análise de L.O. **C-D.** *Croton radlkoferi* Pax & K.Hoffm.: **C.** Corte óptico. **D.** Análise de L.O. **E-F.** *Croton tetradenius* Bail: **E.** Corte óptico. **F.** Análise de L.O. **G-I.** *Croton triangularis* Müll. Arg.: **G.** Corte óptico. **H.** Detalhe da superfície. **I.** Análise de L.O. **J-L.** *Croton velutinus* Bail.: **J.** Corte óptico. **K.** Detalhe da superfície. **L.** Análise de L.O. (Escala = 10µm).



***Dalechampia* L.** (Tab.1-3)

Espécie estudada: *Dalechampia peckoltiana* Müll. Arg.

***Dalechampia peckoltiana* Müll. Arg.** (Fig.5 A-E)

Grãos de pólen grandes, isopolares, subprolatos a prolatos-esferoidais, amb subcircular, área polar grande, 3-colporados. Endocingulado, com presença de fastígio e costa, ectoabertura elíptica com extremidades afiladas. Exina reticulada, heterobrocada, simplescolumelada, com lumens do retículo menor próximo as aberturas, muros sinuosos e altos, columelas aparentes. Sexina mais espessa que nexina.

**Comentários:**

A espécie de *Dalechampia* aqui estudada apresentou, de modo geral, características concordantes com as descrições encontradas na literatura para outras espécies do gênero, apresentando grãos de pólen 3-colporados, endocingulados, reticulados e sexina mais espessa que a nexina, evidenciados por Roubik e Moreno (1991), Colinvaux *et al.* (2005), Cruz-Barros *et al.* (2006), Silva (2007) e Côrrea *et al.* (2010).

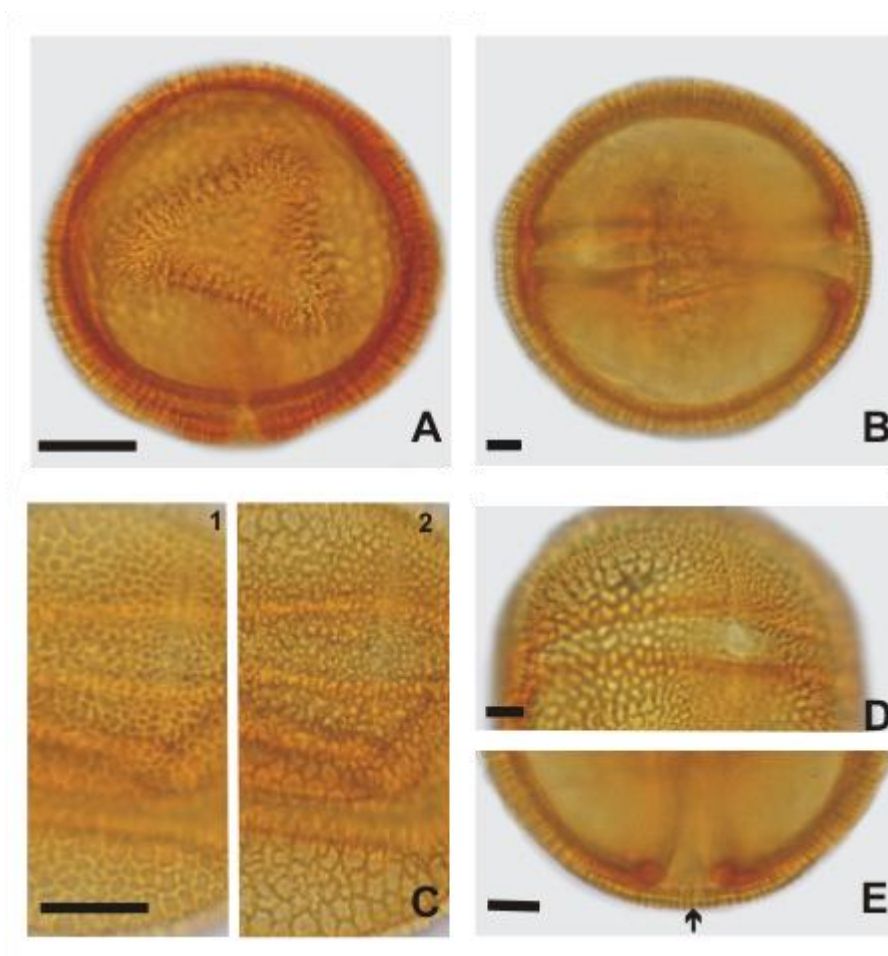
Os grãos de pólen aqui estudados exibiram forma subprolata (Tab. 2), estando em concordância com os trabalhos de Roubik e Moreno (1991) e Cruz-Barros *et al.* (2006). Silva (2007) e Côrrea *et al.* (2010) ao estudarem *Dalechampia* sp. e *D. triphylla*, respectivamente, descreveram-nas apresentando forma prolata-esferoidal a prolata, corroborando também com os dados aqui encontrados, uma vez que grãos de pólen subprolatos, prolato-esferoidais e prolatos pertencem a mesma classe de forma. Entretanto, Colinvaux *et al.* (2005) caracterizou *Dalechampia aff. tiliifolia* com grãos de pólen esféricos.

Roubik e Moreno (1991), Colinvaux *et al.* (2005), Cruz-Barros *et al.* (2006) e Côrrea *et al.* (2010) evidenciaram a presença de costa nos grãos de pólen estudados, no entanto, nenhum destes salienta a presença de fastígio (Fig. 5 E), verificado no presente estudo, corroborando o trabalho de Silva (2007).

*Dalechampia peckoltiana* apresentou grãos de pólen com lúmens do retículo menores próximo a região apertural, o que está de acordo com Roubik e Moreno (1991), Cruz-Barros *et al.* (2006) e Silva (2007).

Cruz-Barros *et al.* (2006) constataram a presença de perfurações esparsas nos muros do retículo dos grãos de pólen de *Dalechampia ficifolia*, caráter não foi verificado na espécie aqui analisada.

**Figura 5.** Grãos de pólen de *Dalechampia peckoltiana* Müll. Arg.: **A.** Corte óptico em vista polar. **B.** Corte óptico em vista equatorial. **C.** Análise de L.O. **D.** Detalhe da abertura e superfície em vista equatorial. **E.** Detalhe da extremidade da endoabertura evidenciando a costa e fastígio. (Escala = 10 µm).



***Euphorbia* L. (Tab.1-3)**

Espécie estudada: *E. hyssopifolia* L.

*E. potentilloides* Boiss.

***Euphorbia hyssopifolia* L. (Fig.6 A-C)**

Grãos de pólen pequenos, subprolatos a prolatos, isopolares, amb subcircular, área polar muito pequena, 3-colporados. Ectoabertura longa com extremidades afiladas, com margem larga e psilada, endoabertura lalongada, com extremidades arredondadas (elíptica). Exina microrreticulada-rugulada, columelas aparentes. Sexina mais espessa que a nexina.

***Euphorbia potentilloides* Boiss. (Fig.6 D-F)**

Grãos de pólen médios, prolatos, isopolares, 3-colporados. Ectoabertura alongada com extremidades afiladas, com margem larga e ornamentada, presença de fastígio, endoabertura lalongada (elíptica), com extremidades arredondadas. Exina microrreticulada, homobracada, columelas aparentes. Sexina mais espessa que nexina.

**Comentários:**

É abrangente o número de trabalhos palinológicos envolvendo o gênero *Euphorbia*. Em geral, o tipo polínico prolato-esferoidal, subprolato a prolato, 3-colporado, ectoabertura com margem, endoabertura lalongada e exina foveolada, reticulada, microrreticulada e menos frequentemente rugulada, prevalece nas espécies (SALGADO-LABOURIAU, 1967, 1973; LOPEZ; DIEZ, 1985; SAAD; EL-GHAZALY, 1988; EL-GHAZALY, 1989; ROUBIK; MORENO, 1991; CHAUDHARY; EL-GHAZALY, 1994; PARK 1997,1998; EL-GHAZALY; CHAUDHARY 1993; CARNEIRO-TORRES; SANTOS; GIULIETTI, 2002; PERVEEN; QAISER, 2005; CRUZ-BARROS *et al.*, 2006; CÔRREA *et al.*, 2010).

Côrrea *et al.* (2010) morfocaracterizou os grãos de pólen de *E. hyssopifolia* como médios, prolatos, com endoabertura lalongada, presença de margem e exina microrreticulada. Os dados encontram-se de acordo com os resultados aqui encontrados, exceto para a condição do tamanho e variação da ornamentação da exina.

A presença de margem nos colpos é uma condição bastante persistente em grãos de pólen de *Euphorbia* como salienta a literatura especializada (SALGADO-LABOURIAU, 1967, 1973; LOPEZ; DIEZ, 1985; SAAD; EL-GHAZALY, 1988; EL-GHAZALY, 1989; PARK 1997,1998; EL-GHAZALY; CHAUDHARY 1993; CARNEIRO-TORRES; SANTOS; GIULIETTI, 2002; PERVEEN; QAISER, 2005; CRUZ-BARROS *et al.*, 2006; CÔRREA *et al.*, 2010). Nas espécies aqui estudadas, foi evidenciada a presença de margem caracterizada como larga e psilada em *E. hyssopifolia* (Fig. 6-C), e larga e ornamentada em *E. potentilloides* (Fig. 6-F). Porém, Carneiro-Torres, Santos e Giulietti (2002) ao estudarem a morfologia dos grãos de pólen de *E. potentilloides* (*Chamaesyce potentilloides*) os descreveram com ectoaberturas de margens largas e lisas, sendo que a segunda característica não foi constatada nesse estudo.

No mesmo trabalho, Carneiro-Torres, Santos e Giulietti (2002) descreveram os grãos de pólen de *E. hyssopifolia* (*Chamaesyce hyssopifolia*) possuindo área polar pequena, entretanto, no presente estudo verificou-se área polar muito pequena. Roubik e Moreno (1991) também estudaram palinologicamente a espécie *E. hyssopifolia* (*Chamaesyce hyssopifolia*) e encontraram resultados divergentes ao desta pesquisa, como grãos de pólen reticulados, homobrocados, amb circular e presença de costa.

Nas espécies analisadas foi observada variação no padrão de ornamentação da exina de microrreticulada em *E. potentilloides* (Fig. 6-C) a microrreticulada-rugulada em *E. hyssopifolia* (Fig. 6-E). Para El-Ghazaly e Chaudhary (1993) a ornamentação da exina em *Euphorbia* pode variar de perfurada, rugulada, foveolada, microrreticulada a reticulada. Sendo assim, os dados aqui encontrados corroboram com os dos autores citados acima.

Quanto à relação sexina/nexina, a sexina apresentou-se predominantemente mais espessa que a nexina nas espécies analisadas (Tab. 2), estando de acordo com a literatura (CARNEIRO-TORRES; SANTOS; GIULIETTI, 2002; CÔRREA *et al.*, 2010).

**Figura 6.** Grãos de pólen de espécies de *Euphorbia* L. **A-C.** *Euphorbia hyssopifolia* L.: **A.** Corte óptico em vista polar. **B.** Corte óptico em vista equatorial. **C.** Análise de L.O e abertura. **D-F** *Euphorbia potentilloides* Boiss.: **D.** Corte óptico em vista equatorial. **E.** Análise de L.O. **F.** Detalhe da abertura mostrando a margem. (Escala: figuras C e F= 2  $\mu$ m; figura B= 5  $\mu$ m; figuras A, D e E=10  $\mu$ m).



***Manihot* Mill.** (Tab.1 e 4)

Espécies estudadas: *Manihot jacobinensis* Müll. Arg.

*Manihot tripartita* Müll. Arg.

*Manihot* sp. 1

*Manihot* sp. 2

***Manihot jacobinensis* Müll. Arg.** (Fig.7 A-C)

Grãos de pólen muito grandes, apolares, esféricos, pantoporados. Poros com contorno irregular. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 5-8 pilos, com forma triangular (maioria) a retangular, psilados, dispostos sobre um retículo, rosetas com espaço central reduzido (maioria). Sexina e nexina de mesma espessura.

***Manihot tripartita* Müll. Arg.** (Fig.7 D-F)

Grãos de pólen grandes, apolares, esféricos, pantoporados. Poros com contorno irregular. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 5-7 pilos com forma triangular, psilados, dispostos sobre um retículo, rosetas com espaço central ausente. Sexina e nexina de difícil delimitação.

***Manihot* sp. 1** (Fig.7 G-I)

Grãos de pólen muito grandes, apolares, esféricos, pantoporados. Poros com contorno circular. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 5-8 pilos com forma triangular, raros quadrangulares, psilados, dispostos sobre um retículo, rosetas com espaço central bem delimitado. Sexina mais espessa que a nexina.

***Manihot* sp. 2** (Fig.7 J-L)

Grãos de pólen muito grandes, apolares, esféricos, pantoporados. Poros com contorno irregular. Exina padrão-*Croton*, rosetas formadas por 5-7 pilos com forma triangular, psilados, dispostos sobre um retículo, rosetas com espaço central bem delimitado. Nexina mais espessa que a sexina.

**Comentários:**

As espécies de *Manihot* aqui estudadas apresentaram-se bastante homogêneas quanto as suas características polínicas, uma vez que o tipo polínico esférico, muito grande (grande apenas em *M. tripartita*), pantoporado e padrão-*Croton* (Fig. 7) prevaleceu em todas as espécies analisadas.

Em relação ao tamanho dos grãos de pólen verificou-se que *Manihot tripartita* exibiu grãos de pólen grandes (Tab. 3), o que não foi observado por Salgado-Labouriau (1967, 1973) e Allem (1993) que descreveram a mesma espécie e verificaram grãos de pólen muito grandes. As outras espécies estudadas (*M. jacobinensis*, *Manihot* sp. 1 e *Manihot* sp. 2) exibiram grãos de pólen de tamanho muito grande corroborando os dados obtidos por Salgado-Labouriau (1967, 1973), Roubik & Moreno (1991), Allem (1993) e Silva (2007). Entre as espécies com grãos de pólen muito grandes, o maior diâmetro foi observado em *Manihot* sp. 2 (139,1  $\mu\text{m}$ ) e o menor em *M. jacobinensis* (120,0  $\mu\text{m}$ ) (Tab. 3).

Erdtman (1952) caracterizou a exina de *Manihot* como padrão-*Croton* e o tipo apertural como pantoporado. Tal caracterização encontra-se de acordo com os dados encontrados no presente trabalho e em outros dados da literatura para algumas espécies do gênero (SALGADO-LABOURIAU 1967, 1973; ALLEM 1993; NOWICKE 1994; SILVA 2007). No entanto, Roubik e Moreno (1991) e Leal *et al.* (2011) ao analisarem os grãos de pólen de *M. esculenta* os descreveram com o tipo apertural inaperturado, divergindo do padrão de abertura evidenciado no presente estudo e por outros autores para o gênero.

Com relação às aberturas, notou-se que os poros em sua maioria (exceção apenas de *Manihot* sp. 1) apresentam contorno irregular (Fig. 7 A-F e J-L), o que já foi salientado por Salgado-Labouriau (1967, 1973) ao afirmar que os poros de *Manihot* distribuem-se uniformemente na superfície do grão de pólen e exibem contorno não muito nítido a irregular, como também assinalou Silva (2007) para a espécie *M. anomala*.

O gênero *Manihot* foi caracterizado morfopalinologicamente por Nowicke (1994) por apresentar subunidades de ornamentação (pilos) notavelmente triangulares que foi corroborado pelos dados aqui apresentados, exceto em *M. jacobinensis* e *Manihot* sp. 1 que exibiu raras subunidades de formato retangular e quadrangular, respectivamente.

Foi observado que os pilos que compõem as rosetas encontram-se dispostos sobre um retículo (Figs. 7- C, F, I), característica também evidenciada por Silva (2007) ao estudar duas espécies de *Manihot*.

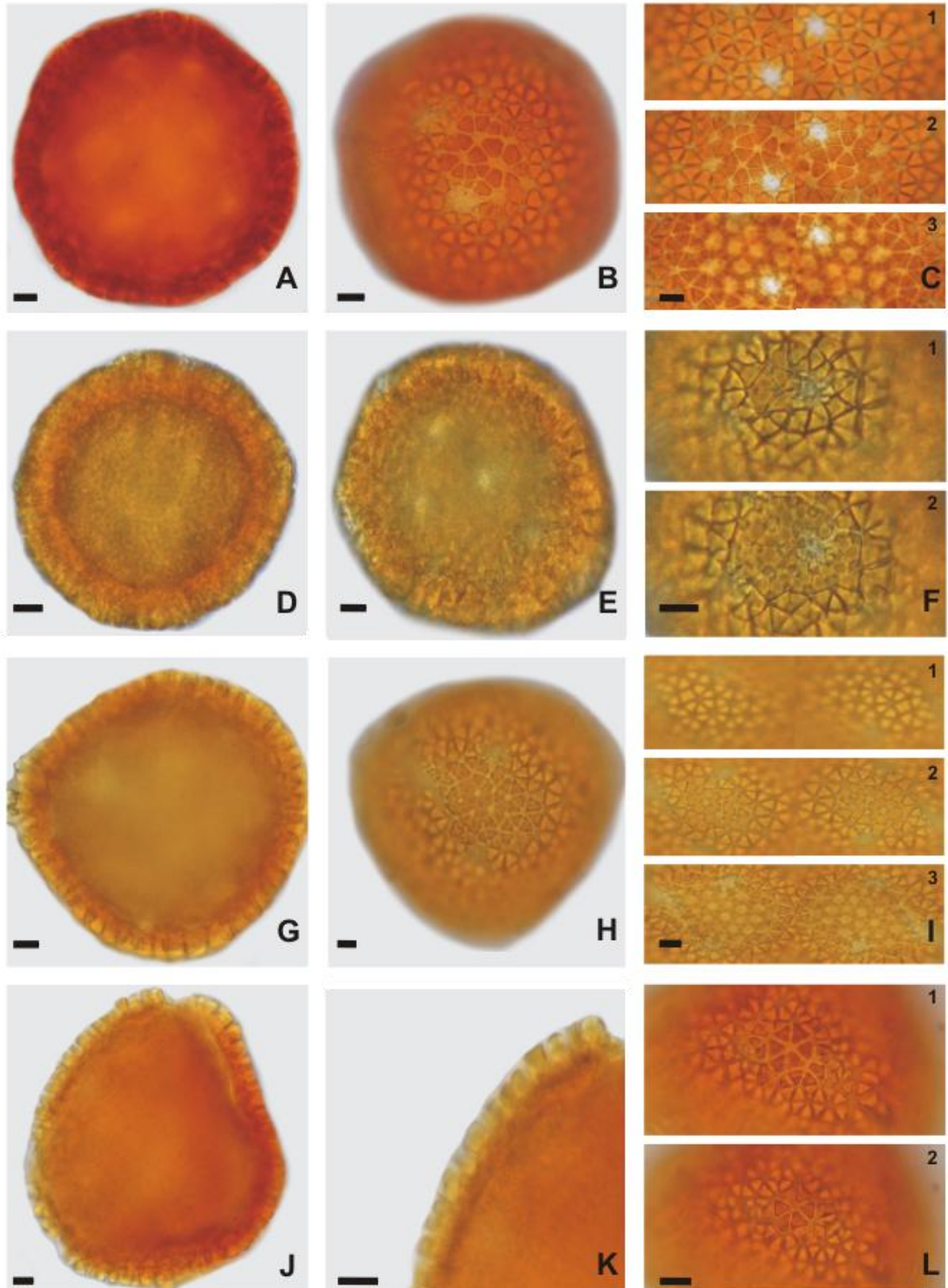
Quanto à relação sexina/nexina verificou-se que esta foi bem variável entre as espécies estudadas, visto que oscilou de sexina e nexina de mesma espessura (*M. jacobinensis*), sexina mais espessa que nexina (*Manihot* sp. 1) a nexina mais

espessa que sexina (*Manihot* sp. 2.) (Tab. 3). A maioria dos trabalhos que abordam espécies do gênero em estudo os descrevem com sexina mais espessa que a nexina.

Analisando comparativamente a ornamentação e escultura da exina de *Manihot* em relação à *Croton*, é notável que em *Manihot* os pilos exibem um formato predominantemente triangular, com formas bem mais angulosas, e dispostos mais densamente, com isso, o espaço central das rosetas é bem mais reduzido. Essa observação foi também verificada por Salgado-Labouriau (1967, 1973).

Allem (1993) ao estudar catorze espécies de *Manihot* secção *Quinquelobae* (inclusive duas das espécies aqui caracterizadas) afirmou que a forma e a ornamentação da exina proveem dados idênticos para todas as espécies pertencentes a esta seção, porém, salientou que diferenças no tamanho dos grãos de pólen são marcantes para algumas espécies. Com isso é possível mais uma vez constatar a homogeneidade das características polínicas deste gênero.

**Figura 7.** Grãos de pólen de espécies de *Manihot* Mill. **A-C** *Manihot jacobinensis* Müll. Arg.: **A.** Corte óptico. **B.** Detalhe da superfície. **C.** Análise de L.O. **D-F.** *Manihot tripartita* Müll. Arg. **D.** Corte óptico. **E.** Detalhe da superfície. **F.** Análise de L.O. **G-I.** *Manihot* sp. 1: **G.** Corte óptico. **H.** Detalhe da superfície. **I.** Análise de L.O. **J-L.** *Manihot* sp.2: **J.** Corte óptico. **K.** Detalhe da estrutura da exina. **L.** Análise de L.O. (Escala = 10 µm).



**Sebastiania Spreng** (Tab.1-3)

Espécies estudadas: *Sebastiania corniculata* Müll. Arg.

*Sebastiania cf myrtilloides* (Mart.) Pax.

**Sebastiania corniculata Müll. Arg.** (Fig.8 A-E)

Grãos de pólen médios, isopolares, prolato-esferoidais, amb subtriangular, área polar muito pequena, 3- colporados, sinuaperturados, parasincolporado. Ectoabertura longa, quase unida nos pólos, estreita e com extremidades afiladas, endoabertura lalongada, com margem superior e inferior paralelas. Exina cavada, microrreticulada, homobracada, columelas aparentes. Sexina mais espessa que a nexina.

**Sebastiania cf. myrtilloides (Mart.) Pax.** (Fig.8 F-I)

Grãos de pólen médios, isopolares, subprolatos, amb subtriangular, área polar pequena, 3- colporados, sinuaperturados, parasincolporado. Aberturas localizadas numa região com uma leve depressão da parede, ectoabertura longa, quase unida nos pólos, com ápices dividido em dois ramos, delimitando um campo apocolpal, endoabertura lalongada, com extremidades arredondadas. Exina microrreticulada, homobracada, microrretículo com lumens menores próximo a região apertural sem margem definida, columelas aparentes. Sexina mais espessa que nexina.

**Comentários:**

No presente trabalho, as espécies estudadas de *Sebastiania* apresentaram características polínicas bastante homogêneas, principalmente relacionadas ao tamanho, polaridade, amb, número e tipo apertural, ornamentação da exina e relação sexina/ nexina. Dessa forma, os dados obtidos encontram-se de acordo com os autores que já estudaram palinologicamente o gênero: Salgado-Labouriau (1967, 1973), Lieux (1983), Gonçalves-Esteves, Esteves e Oliveira (1986), Takeda *et al.* (2002), Melhem *et al.* (2003), Cruz-Barros *et al.* (2006), Côrrea *et al.* (2010), Dumonte (2010) e Sales, Barreto e Barth (2011).

Apesar da homogeneidade dos caracteres polínicos evidenciados nas espécies analisadas, é possível diferenciá-las palinologicamente, baseado nos morfocaracteres de forma, área polar, abertura e escultura da exina, visto que em *S. corniculata* os grãos de pólen são prolatos-esferoidais, com área polar muito pequena, ectoabertura estreita com extremidades afiladas, endoabertura com

margens superior e inferior paralelas e microrretículo com lumens homogêneos, enquanto que em *S. cf. myrtilloides* são subprolatos, com área polar pequena, aberturas localizadas numa região com uma leve depressão da parede, endoabertura com extremidades arredondadas e microrretículo com lumens menores próximo a região apertural.

Dentre os trabalhos citados que já estudaram a morfologia dos grãos de pólen de *Sebastiania*, apenas Salgado-Labouriau (1967, 1973), Gonçalves-Esteves, Esteves e Oliveira (1986), Melhem *et al.* (2003) e Dumonte (2010) descrevem os grãos de pólen como fossaperturados. Para as espécies em estudo, os grãos foram descritos como sinuaperturados.

Salgado-Labouriau (1967, 1973) estudou outras espécies do gênero *Sebastiania* e observou que as aberturas encontravam-se localizadas numa região com uma leve depressão da parede, característica também observada no presente estudo em *S. cf. myrtilloides*.

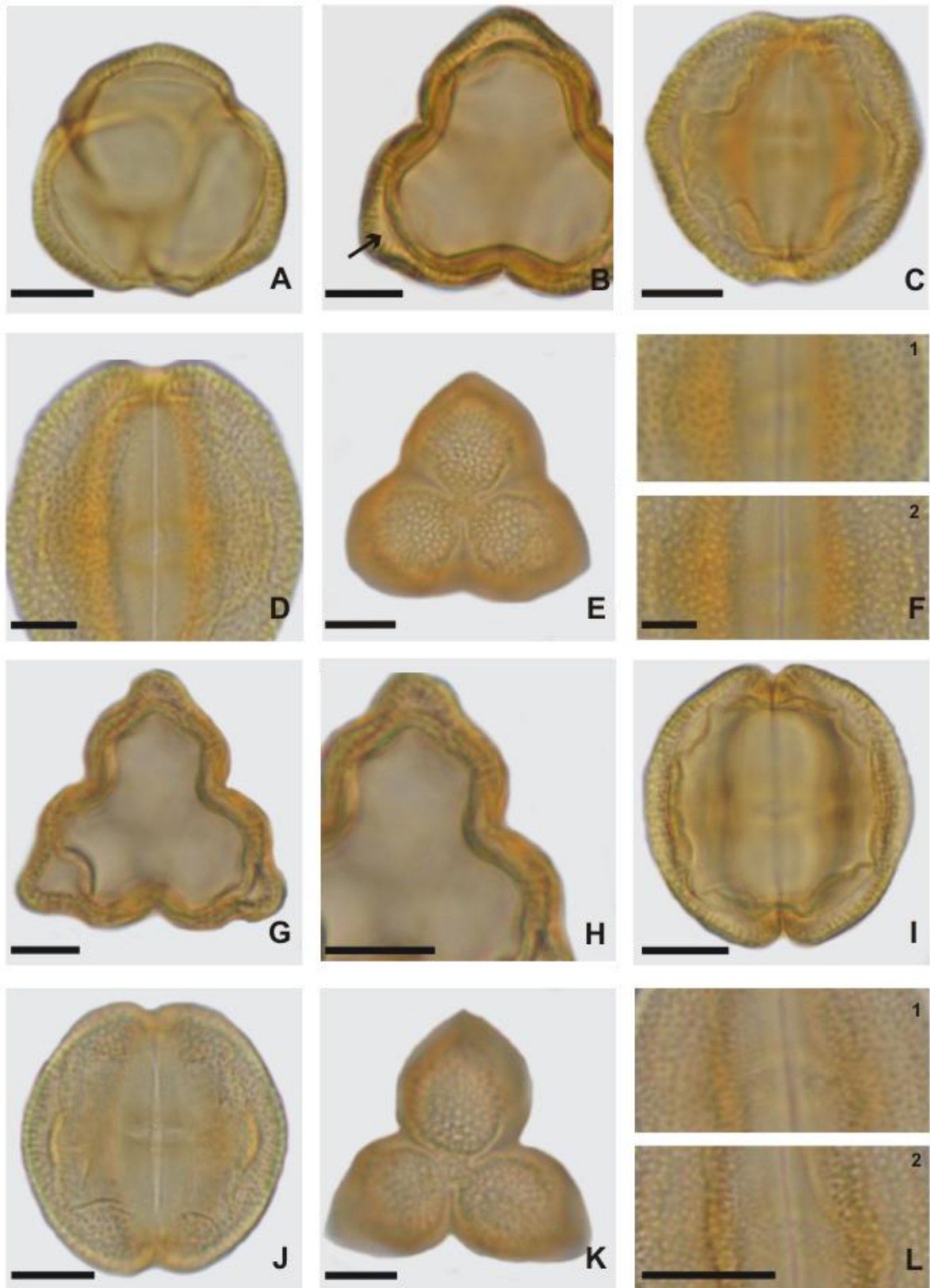
Salgado-Labouriau (1967;1973), Gonçalves-Esteves; Esteves e Oliveira (1986) e Cruz-Barros *et al.* (2006) caracterizaram palinologicamente *S. corniculata* e encontraram alguns resultados discondantes dos aqui apresentados, como a forma subprolata, descrita por Salgado-Labouriau (1967); a à área polar pequena citada por Salgado-Labouriau (1973) ao estudar a espécie *S. corniculata* var. *rufescens*; à exina pilada mencionada por Salgado-Labouriau (1967, 1973) e quanto aos colpos formando uma invaginação, com margem espessa e psilada nos pólos (vista sob MEV) abordada por Cruz-Barros *et al.* (2006).

Como já referido anteriormente, Salgado-Labouriau (1973) descreveu a área polar dos grãos de pólen de *S. corniculata* var. *rufescens* como pequena, contudo, em um trabalho anterior Salgado-Labouriau (1967) descreve os grãos de pólen da mesma espécie com área polar muito pequena (IAP = 0,12), corroborando assim, com o resultado aqui evidenciado.

Ao comparar a relação sexina/nexina, verificou-se que, em ambas as espécies, prevaleceu a sexina mais espessa que a nexina (Tab. 2).

Cruz-Barros *et al.* (2006) ao estudar os grãos de pólen de *Sebastiania corniculata* Müll. Arg. observou a presença de cava na região do mesocolpo, característica também encontrada no presente estudo (Fig. 8- B).

**Figura 8.** Grãos de pólen de espécies de *Sebastiania* Spreng.: **A-E** *Sebastiania corniculata* Müll. Arg.: **A.** Corte óptico em vista polar **B.** Corte óptico na região do apocolpo (seta mostrando a cava). **C.** Corte óptico em vista equatorial. **D.** Detalhe da abertura. **E.** Detalhe da superfície em vista polar. **F.** Análise de L.O. **G.-L.** *Sebastiania cf myrtilloides* (Mart.) Pax.: **G.** Corte óptico em vista polar **H.** Corte óptico na região do apocolpo. **I.** Corte óptico em vista equatorial. **J.** Detalhe da abertura. **K.** Detalhe da superfície em vista polar. **L.** Análise de L.O. (Escala: figuras D e F= 5 µm; figuras A, B, C, E, G, H, I, J, K e L =10 µm).



## PHYLLANTHACEAE

### *Phyllanthus* L. (Tab.1-3)

Espécie estudada: *P. falcatus* Sw.

### *Phyllanthus falcatus* Sw. (Fig.9 A-E)

Grãos de pólen pequenos, isopolares, subprolatos, amb subcircular, 5(4) colporados. Ectoabertura estreita com extremidades afiladas, endoabertura lalongada (côncava). Exina reticulada, heterobrocada, simplescolumelada, muros altos, lisos, sinuosos e contínuos, parede constricta na região apertural. Sexina mais espessa que a nexina.

### **Comentários:**

Há uma grande diversidade morfológica nos grãos de pólen do gênero *Phyllanthus*, que podem apresentar-se pequenos, médios, grandes, oblato esferoidais a prolatos, porados, pantoporados, colporados, monoporados, diploporados, microrreticulados, reticulados, clipeados, pilados, rugulados ou perfurados, como aponta a vasta literatura especializada (ERDTMAN, 1952; KÖHLER, 1965; PUNT; RENTROP, 1974; PUNT, 1980; MEEWIS; PUNT, 1983; LOBREAU-CALLEN; PUNT; SCHMID, 1988; SAAD; EL-GHAZALY, 1988; CARREIRA; RAPOSO; LOBATO, 1991; ROUBIK; MORENO, 1991; GRUAS-CAVAGNETTO; KÖHLER, 1992; WEBSTER; CARPENTER, 2002; SAGUN; VAN DER HAM, 2003; SANTIAGO *et al.*, 2004; WILLARD *et al.*, 2004; SILVA, 2007; SILVA, 2008; CÔRREA *et al.*, 2010; DUMONTE, 2010; GARCÍA; RANGEL; FERNÁNDEZ, 2011; LEAL *et al.*, 2011), condicionando a este gênero um caráter euripolínico. Diante dessa significativa heterogeneidade palinológica a espécie aqui estudada apresentou características em geral, concordantes com a citada pela literatura.

A espécie analisada apresentou variação em relação ao número apertural, exibindo grãos de pólen 5-(4) colporados (Fig. 9 A-B), sendo menos frequente 4-cólporos, essa variação ocorrente nos grãos de pólen deste gênero, corrobora os resultados obtidos por: Köhler (1965), Punt e Rentrop (1974), Punt (1980), Meewis e Punt (1983), Lobreau-Callen, Punt e Schmid (1988), Carreira, Raposo e Lobato (1991), Webster e Carpenter (2002), Sagun e Van Der Ham (2003), Santiago *et al.* (2004), Willard *et al.* (2004), Silva (2008), Leal *et al.* (2011).

Dumonte (2010) analisou a morfologia polínica de *P. falcatus* e descreveu seus grãos de pólen como médios e 5- colpados, o que não corrobora com os resultados aqui obtidos, uma vez que os grãos de pólen se caracterizaram como pequenos e 5(4) colporados. No que se referem as demais características polínicas (forma, amb, ornamentação e escultura da exina) descritas pela autora, os dados são concordantes.

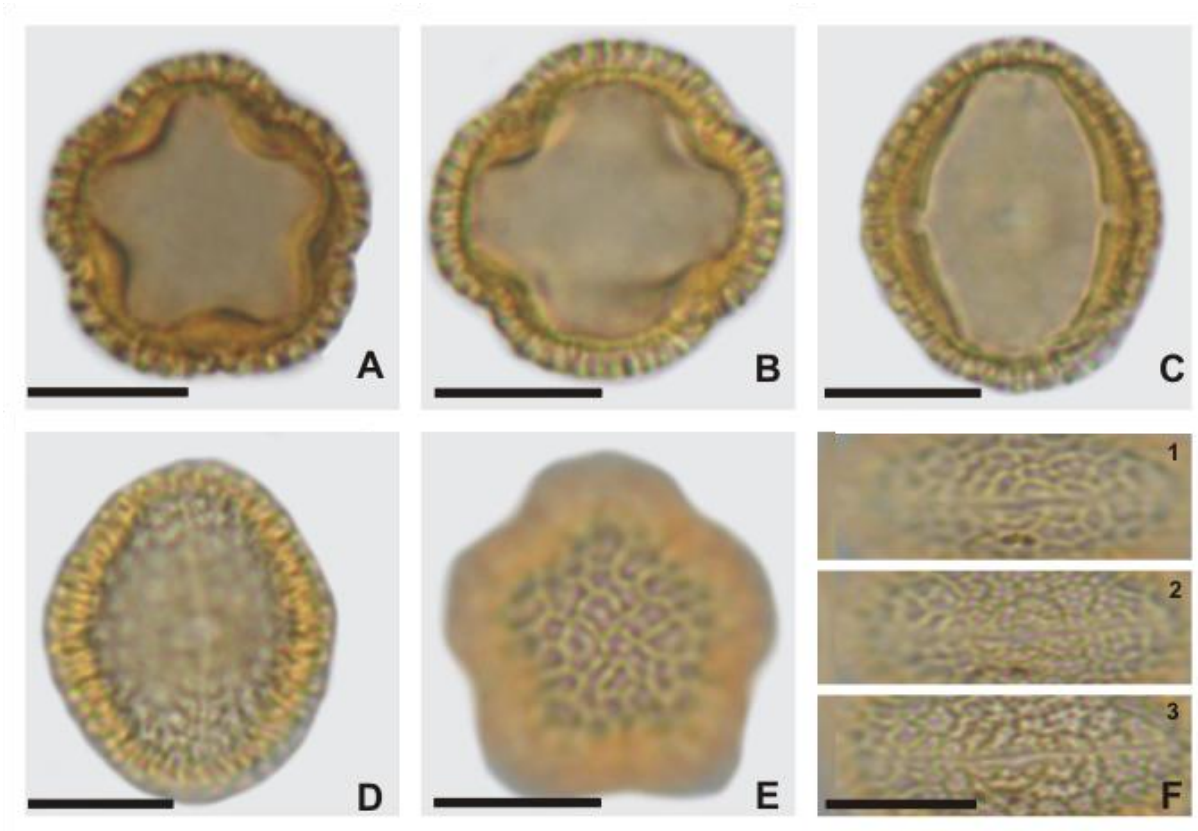
Silva (2008) relatou grãos de pólen diploporados, ao estudar a morfologia polínica de 30 espécies brasileiras de *Phyllanthus*. Na espécie analisada não foi observada essa característica.

Alguns autores (PUNT; RENTROP, 1974; PUNT, 1980; LOBREAU-CALLEN; PUNT; SCHMID, 1988; MEEWIS; PUNT, 1983; ROUBIK; MORENO, 1991; GRUAS-CAVAGNETTO; KÖHLER, 1992; SAGUN; VAN DER HAM, 2003; SANTIAGO *et al.*, 2004; SILVA, 2007; SILVA, 2008; CÔRREA *et al.*, 2010) descreveram a presença de costa em grãos de pólen de *Phyllanthus*, no entanto, essa estrutura não foi observada na espécie aqui estudada.

Em relação à exina reticulada, observada na espécie estudada, ao compará-la com a escultura da exina de outras espécies, verifica-se que também foram observados por outros autores retículo heterobrocado (SILVA, 2008), simplescolumelado (KÖHLER, 1965; PUNT, 1980; MEEWIS; PUNT, 1983; LOBREAU-CALLEN; PUNT; SCHMID, 1988), muros sinuosos (SANTIAGO *et al.*, 2004; SILVA, 2008) e contínuos (SILVA, 2008). Além disso, Meewis e Punt (1983), Webster e Carpenter (2002), Sagun e Van Der Ham (2003) e Silva (2008) verificaram, sob MEV, a presença de grânulos nos lúmens do retículo, que no presente estudo, sob ML, não foi possível visualizar.

Diante da ampla literatura especializada relacionada aos caracteres polínicos do gênero *Phyllanthus* percebe-se uma grande variedade palinológica, reafirmando mais uma vez a sua condição euripolínica, que possibilita a utilização da morfologia do grão de pólen como auxiliar na determinação das relações filogenéticas, uma vez que várias seções deste gênero exibem certo grau de similaridade entre si, como já relatava Webster (1956).

**Figura 9.** Grãos de pólen de *Phyllanthus falcatus* Sw.: **A.-B.** Corte óptico em vista polar. **C.** Corte óptico em vista equatorial. **D.** Detalhe da abertura. **E.** Detalhe da superfície em vista polar. **F.** Análise de L.O. (Escala = 10 µm).



***Richeria* Vahl.** (Tab.1-3)

Espécie estudada: *Richeria grandis* Vahl

***Richeria grandis* Vahl.** (Fig.10 A-D;)

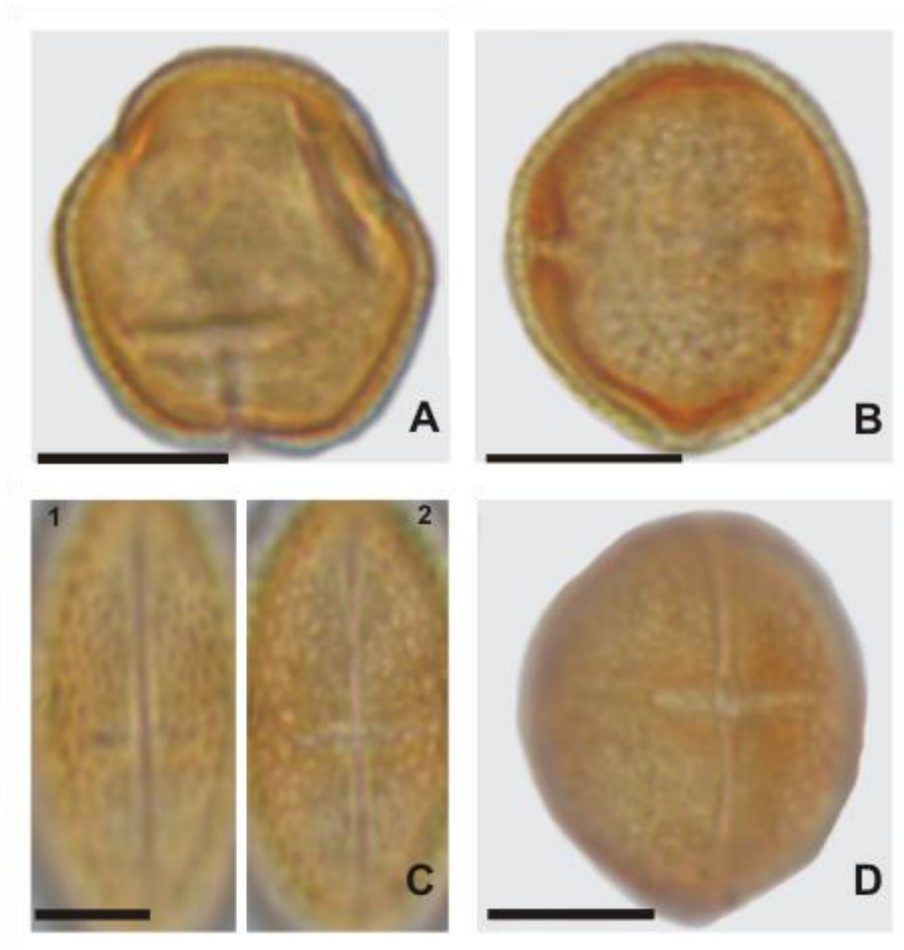
Grãos de pólen médios, isopolares, prolatos, amb subcircular, 3-colporados. Ectoabertura fina com extremidades afiladas, presença de costa, endoabertura lalongada. Exina microrreticulada, homobracada, columelas aparentes. Sexina mais espessa que a nexina.

**Comentários:**

Baseado no levantamento bibliográfico realizado percebeu-se que o gênero *Richeria* foi pouco estudado palinologicamente. Apenas Köhler (1965) fez descrições sobre o gênero e a espécie aqui caracterizada. Em seu estudo Köhler, caracterizou os grãos de pólen de *R. grandis* como pertencentes ao tipo polínico *Maesobotrya*, cujo os grãos de pólen apresentaram-se subprolatos, 3-colporados, endoabertura lalongada, exina reticulada e sexina mais espessa que a nexina, sendo a maioria dos dados concordantes, exceto para a condição subprolata e reticulada citada pelo autor.

Comparando os grãos de pólen de *Richeria* aqui analisados, aos de *Phyllanthus* percebe-se que a diferenciação polínica dos gêneros pode ser feita baseada na forma, número apertural e ornamentação da exina.

**Figura 10.** Grãos de pólen de *Richeria grandis* Vahl.: **A.** Corte óptico em vista polar. **B.** Corte óptico em vista equatorial. **C.** Análise de L.O. **D.** Detalhe da abertura. (Escala = 10  $\mu$ m).



**Tabela 1.** Caracteres morfológicos das espécies de Euphorbiaceae e Phyllanthaceae ocorrentes em Brejinho das Ametistas (Caetité) e Serra da Fumaça (Pindobaçu). P= pequeno, M= médio, G= grande, MG= muito grande, E= esférico, PE= prolato-esferoidal, SP= subprolato; P= prolato.

Família/Espécie	Tam	Forma	Tipo apertural	Exina	S/N
<b>EUPHORBIACEAE</b>					
<i>Astraea</i> sp.	M	E	Inaperturado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 5-8 pilos subcirculares	S>N
<i>Croton adamantinus</i> Müll. Arg.	M	E	Inaperturado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 4-8 pilos triangulares a subtriangulares	S>N
<i>Croton grewoides</i> Baill.	M	E	Inaperturado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 4-7 pilos heteromórficos (triangulares a subcirculares)	S>N
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	M	E	Inaperturado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 5-7 pilos subtriangulares	S>N
<i>Croton imbricatus</i> L.R. Lima & Pirani	G	E	Inaperturado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 5-7 pilos subtriangulares	S>N
<i>Croton jacobinensis</i> Baill.	G	E	Inaperturado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 4-8 pilos triangulares a subtriangulares	—
<i>Croton muscicapa</i> Müll. Arg.	G	E	Inaperturado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 4-8 pilos subcirculares a subtriangulares	S>N
<i>Croton radlkoferi</i> Pax & K.Hoffm.	G	E	Inaperturado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 5-7(8) pilos subtriangulares	—

Tabela 1. (Cont.)

Família/Espécie	Tam	Forma	Tipo apertural	Exina	S/N
<i>Croton tetradenius</i> Baill.	M	E	Inaperturado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 5-7 pilos subtriangulares quadrangulares	—
<i>Croton triangularis</i> Müll. Arg.	G	E	Inaperturado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 5-7 pilos subtriangulares a quadrangulares	—
<i>Croton velutinus</i> Baill.	G	E	Inaperturado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 4-7 pilos subcirculares	S>N
<i>Dalechampia peckoltiana</i> Müll. Arg.	G	PE-SP	3-Colporado	Reticulada, heterobrocada, simplescolumnelada	S>N
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	P	SP -P	3-Colporado	Microrreticulada- rugulada	S>N
<i>Euphorbia potentilloides</i> Boiss.	M	P	3-Colporado	Microrreticulada, homobracada	S>N
<i>Manihot jacobinensis</i> Müll. Arg.	MG	E	Pantoporado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 5-8 pilos triangulares a retangulares	S=N
<i>Manihot tripartita</i> Müll. Arg.	G	E	Pantoporado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 5-7 pilos triangulares	—
<i>Manihot</i> sp. 1	MG	E	Pantoporado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 5-8 pilos triangulares	S>N

Tabela 1. (Cont.)

<b>Família/Espécie</b>	<b>Tam</b>	<b>Forma</b>	<b>Tipo apertural</b>	<b>Exina</b>	<b>S/N</b>
<i>Manihot</i> sp. 2	MG	E	Pantoporado	Padrão- <i>Croton</i> , rosetas formadas por 5-7 pilos triangulares	S<N
<i>Sebastiania corniculata</i> Müll. Arg.	G	PE	3-Colporado	Microrreticulada- cavada	S>N
<i>Sebastiania</i> cf. <i>myrtilloides</i> (Mart.) Pax.	M	SP	3-Colporado	Microrreticulada, homobracada	S>N
<b>PHYLLANTHACEAE</b>					
<i>Phyllanthus falcatus</i> Sw.	P	SP	5 (4) Colporado	Reticulada, heterobrocada, simplescolumelada	S>N
<i>Richeria grandis</i> Vahl	M	P	3-Colporado	Microrreticulada, homobracada	S>N

**Tabela 2.** Caracteres morfométricos dos grãos de pólen isopolares das espécies estudadas de Euphorbiaceae e Phyllanthaceae ocorrentes em áreas de caatinga e campo rupestre (Brejinho das Ametistas, Caetité e Serra da Fumaça, Pindobaçú) da Bahia. DP= diâmetro polar; DE= diâmetro equatorial; DEp= diâmetro equatorial em vista polar;  $\bar{x}$ = média aritmética;  $S\bar{x}$ = desvio padrão da média; FV= faixa de variação; IAP= índice de área polar; Ecto= comprimento x largura da ectoabertura; Endo= comprimento x altura da endoabertura; Sex= Sexina; Nex= Nexina; \*n<25 medidas; medidas em  $\mu\text{m}$  e índices em números absolutos.

Família/ Espécie/ Espécime	DP		DE		Dep		P/E	IAP	Ecto	Endo	Sex	Nex
	$\bar{x}\pm S\bar{x}$	Fv	$\bar{x}\pm S\bar{x}$	Fv	$\bar{x}\pm S\bar{x}$	Fv						
<b>EUPHORBIACEAE</b>												
<b><i>Dalechampia peckoltiana</i> Müll. Arg.</b>												
C. Correia 63 et al. (HUEFS)	77,4 $\pm$ 0,53	70,0-85,0	90,0 $\pm$ 0,66	75,0-102,5	75,9 $\pm$ 0,91	52,5-82,5	1,16	0,55	31,1x1,2	71,6x9,5	3,8	2,2
L.V Vasconcelos 74 (HUNEB)	79,2 $\pm$ 0,77	67,5-105,0	85,7 $\pm$ 0,77	70,0-105,0	75,9 $\pm$ 0,91	50,0-100,0	1,08	0,59	23,5x2,7	64,9x10,6	3,0	1,7
<b><i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.</b>												
L.A. Sousa 203 (HUNEB)	25,0 $\pm$ 0,4	22,5-27,5	18,6 $\pm$ 0,58	17,5-20,0	17,5	15,0-20,0	1,34	0,24	—	5,9x1,0	1,0	0,9
L.A. Sousa 314 (HUNEB)	22,5 $\pm$ 0,11	20,0-25,0	17,1 $\pm$ 0,16	15,0-20,0	18,4 $\pm$ 0,2	12,5-22,5	1,31	0,22	—	6,1x2,3	1,0	0,8
<b><i>Euphorbia potentilloides</i> Boiss.</b>												
	36,2*	30,0-37,5	23,5*	20,0-30,0	—	—	1,54	—	32,2x2,0	10,0x4,0	1,5	0,5
<b><i>Sebastiania corniculata</i> Müll. Arg.</b>												
	35,3 $\pm$ 0,3	30,0-40,0	32,0 $\pm$ 0,3	27,2-42,5	30,3 $\pm$ 0,3	22,5-37,5	1,10	0,10	21,5x0,9	7,0x1,7	2,0	1,2

Tabela 2. (Cont.)

Família/ Espécie/ Espécime	DP		DE		Dep		P/E	IAP	Ecto	Endo	Sex	Nex
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Fv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Fv	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Fv						
<i>Sebastiania cf. myrtilloides</i> (Mart.) Pax.	36,3±0,25	35,2-45,0	31,2±0,2	27,5-37,5	31,1±0,17	25,0-35,0	1,16	0,27	25,2x1,4	8,5x2,1	2,3	1,5
<b>PHYLLANTHACEAE</b>												
<i>Phyllanthus falcatus</i> Sw.	23,8±0,15	20,0-27,0	19,2±0,15	15,0-22,5	20,0±0,11	17,2-22,5	1,24	—	15,6x0,6	1,4x3,9	1,8	0,9
<i>Richeria grandis</i> Vahl.	27,1±0,11	25,0-30,0	18,4±0,17	15,0-22,5	19,2±0,18	15,0-22,5	1,47	—	18,5x1,3	9,3x1,2	0,9	0,8

**Tabela 3.** Caracteres morfométricos dos grãos de pólen apolares das espécies estudadas de Euphorbiaceae ocorrentes em Brejinho das Ametistas (Caetitê) e Serra da Fumaça (Pindobaçú). D= diâmetro do grão de pólen; DR= diâmetro das rosetas; DPi= diâmetro dos pilos; DECR= diâmetro do espaço central das rosetas; Sex= Sexina; Nex= Nexina; \*n<25 medidas; medidas em µm e índices em números absolutos.

Espécie	D		DR	DPi	DECR	Sex	Nex	Exina
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Fv						
<i>Astraea</i> sp.	43,5±0,30	35,0-50,0	3,6	0,9	2,2	2,3	1,1	3,4
<i>Croton adamantinus</i> Müll. Arg.	47,3±0,34	40,0-55,0	5,8	2,0	2,8	3,6	1,0	4,6
<i>Croton grewioides</i> Baill.	34,6±0,23	32,5-37,5	4,0	1,3	1,7	2,8	1,0	3,8
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	40,0±0,20	35,0-47,5	5,0	1,7	2,4	2,9	1,2	4,1
<i>Croton imbricatus</i> L.R. Lima & Pirani	50,2±0,24	42,3-55,0	5,3	2,0	2,5	2,1	1,1	3,2
<b><i>Croton jacobinensis</i> Baill.</b>								
L.A. Sousa 85 (HUNEB)	78,3±0,40	70,0-87,5	6,2	2,4	3,4	—	—	3,7
L.A. Sousa 226 (HUNEB)	48,7*	40,0-62,5	5,2	1,76	—	—	—	4,5

Tabela 3. (Cont.)

Espécie	D		DR	DPi	DECR	Sex	Nex	Exina
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Fv						
<i>Croton muscicapa</i> Müll. Arg.	72,6± 0,44	67,5-87,5	7,5	2,2	3,0	3,7	1,2	4,9
<i>Croton radlkoferi</i> Pax & K.Hoffm.	52,6±0,26	45,0-57,5	4,4	1,0	2,6	—	—	3,8
<i>Croton tetradenius</i> Baill.	48,5±0,33	37,5-55,0	3,3	1,0	1,8	—	—	2,2
<i>Croton triangularis</i> Müll. Arg.	60,1±0,48	50,0-77,5	7,1	2,2	3,0	—	—	4,0
<i>Croton velutinus</i> Baill.	61,9*	60,0-70,0	5,4	1,3	1,9	3,3	0,95	4,3
<i>Manihot jacobinensis</i> Müll. Arg.	120,8±0,76	102,5-137,5	16,7	5,8	4,8	4,5	4,5	9,0
<i>Manihot tripartita</i> Müll. Arg.	95,1*	80,0-112,5	12,3	5,9	—	—	—	9,6
<i>Manihot</i> sp. 1	121,6*	110,0-140,0	13,4	6,4	3,3	6,0	5,3	11,3
<i>Manihot</i> sp. 2	139,1*	125,0-157,5	12,7	5,8	3,0	5,3	5,7	11,0

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram uma grande variabilidade morfológica em todos os caracteres analisados. A família Euphorbiaceae constitui-se euripolínica, constatando que os dados morfopalinológicos são de fundamental importância para sua circunscrição taxonômica. O tamanho, forma, tipo apertural, ornamentação e escultura da exina constituem-se morfocaracteres de grande valor na segregação das subfamílias e gêneros pertencentes a essa família. Os dois representantes de Phyllanthaceae aqui analisados são distintos palinologicamente, uma vez que exibiram características morfológicas diferentes, sendo os dados palinológicos importantes para a taxonomia da família.

Euphorbiaceae tem sido alvo de inúmeras investigações morfológicas, o que possivelmente pode ser influenciado pelo seu caráter euripolínico ou pela sua representatividade na flora em geral. No entanto, a análise de suas espécies na flora da Caatinga e Campo rupestre ainda é escassa, apesar de sua grande representatividade no primeiro tipo vegetacional mencionado. Por outro lado, os estudos palinológicos de Phyllanthaceae, de uma forma geral são bastante incipientes, e em sua maioria, encontram-se quase sempre associando suas espécies a Euphorbiaceae.

Alguns caracteres polínicos evidenciados em Euphorbiaceae encontram-se restritos a certos táxons dentro da família, como a ornamentação da exina padrão-*Croton*, evidente nos representantes da subfamília Crotonoideae (*Astraea* Klotzsch, *Croton* L. e *Manihot* Mill.), e o tipo apertural pantoporado presente em todas as espécies de *Manihot* Mill..

Todas as espécies de Euphorbiaceae apresentaram grãos de pólen mônades, com tamanho variando de pequeno (*Euphorbia hyssopifolia* L.) a muito grande (*Manihot jacobinensis* Müll. Arg., *Manihot* sp. 1 e *Manihot* sp. 2), porém houve predominância do tamanho grande, seguido do tamanho médio, entre os grãos de pólen das espécies analisadas

As espécies de Euphorbiaceae estudadas apresentaram na sua maioria, grãos de pólen apolares e esféricos, presentes nos representantes de *Astraea* Klotzsch, *Croton* L. e *Manihot* Mill. Para os grãos isopolares, a forma subprolata foi mais frequente, porém grãos de pólen prolato-esferoidais e prolatos também foram evidenciados.

O tipo apertural predominante em Euphorbiaceae foi o inaperturado, presente em todas as espécies de *Astraea* Klotzsch e *Croton* L., no entanto, foi evidenciado também a presença de cólporo e poro, ocorrendo predominância da abertura do tipo cólporo em relação ao poro, este que se manteve exclusivo no presente estudo, às espécies de *Manihot* Mill.

Caracteres polínicos peculiares como endocíngulo, costa e fastígio estiveram presentes nos grãos de pólen de *Dalechampia peckoltiana* Müll. Arg. Além disso, grãos de pólen sinuaperturados e parasincolporados foram verificados nos representantes de *Sebastiania* Spreng. aqui analisados.

A ornamentação da exina apresentou-se bastante variada entre os táxons estudados de Euphorbiaceae, consistindo numa característica de grande valor distintivo entre os gêneros analisados. Esse padrão de ornamentação variou de microrreticulado, microrreticulado-rugulado, microrreticulado-cavado, reticulado e padrão-*Croton*, com predominância do tipo padrão-*Croton*, seguido do tipo microrreticulado.

O padrão-*Croton* exibido em todos os representantes da subfamília Crotonoideae (Euphorbiaceae) apresentou-se bastante homogêneo entre os táxons, de uma forma geral, o tipo: rosetas formadas por 4-8 pilos psilados e dispostos sobre um muro com lúmens maiores que 1  $\mu\text{m}$ , esteve presente nas espécies investigadas. Apesar dessa homogeneidade, é notório que ocorre variação na forma, tamanho, número e disposição dos pilos, podendo ser um caráter auxiliar na segregação das espécies de *Croton* L. É notório ainda, que entre os táxons aqui investigados pertencentes à Crotonoideae, o gênero *Manihot* Mill. é o que exhibe características mais peculiares no seu padrão-*Croton* de ornamentação da exina, pois é nítida uma persistência do formato triangular dos pilos, além disso, estes são bem maiores do que os evidenciados em *Astraea* Klotzsch e *Croton* L., e se encontram sempre dispostos sobre um muro com lúmens maiores que 1  $\mu\text{m}$ .

Nas duas espécies analisadas de Phyllanthaceae verificou-se que as mesmas podem ser diferenciadas palinologicamente em relação ao tamanho, forma, número apertural, ornamentação e escultura da exina, com grãos de pólen pequenos, subprolatos, 5- (4) colporados e reticulados em *Phyllanthus falcatus* Sw., e médios, prolatos, 3- colporados com costa e microrreticulados em *Richeria grandis* Vahl. As espécies compartilharam semelhanças somente no tocante ao amb e na relação sexina/nexina.

Os resultados aqui alcançados contribuirão para uma melhor circunscrição taxonômica e filogenética de Euphorbiaceae e Phyllanthaceae, devido a grande diversidade morfopalinológica evidenciada nos representantes destas famílias; ampliaram o conhecimento palinológico dos grupos principalmente em áreas de caatinga e campo rupestre; colaborou para a ampliação da Palinoteca dos Laboratórios de Palinologia dos *Campis* VI e VII; contribuirá para a confecção de um Catálogo polínico da flora de Brejinho das Ametistas, Caetité e da Serra da Fumaça, Pindobaçu; além de serem de grande valor para, futuramente, subsidiarem estudos no tocante à ecologia, a paleoclimatologia, a chuva polínica, a paleobotânica, estudos relacionados ao conhecimento da biologia de polinizadores locais e análises palinológicas de méis.

## REFERÊNCIAS

ALLEM, A. C. Palinotaxonomy of *Manihot* Section *Quinquelobae* (Euphorbiaceae). **Rev. Brasil. Biol.**, v. 53, n.1, p. 71-79, 1993.

ALVES, R. J. V.; CARDIN, L.; KROPF, M. S. Angiosperm disjunction "Campos rupestres - restingas": a re-evaluation. **Acta Bot. Bras.** v. 21, n.3, p. 675-685, 2007.

Angiosperm Phylogeny Group (APG II). An update of the Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** v.141, p. 399-436, 2005.

Angiosperm Phylogeny Group (APG III). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121, 2009.

BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; COSTA, C. G.; ICHASO, C. L. F.; GUIMARÃES, E. F. e LIMA, H. C. **Sistemática de Angiospermas no Brasil**. v. II. Visçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Visçosa, 1991. 326p.

BARTH, M.O. & S.A.F. SILVA. Catálogo sistemático dos pólen das plantas arbóreas do Brasil Meridional VII. Thymelaeaceae, Lythraceae, Lecythidaceae, Rhizophoraceae e Combretaceae. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro v. 63, p. 255-279, 1965.

BARTH, O. M.; CORTE-REAL, S.; MACIEIRA, E. M. Morfologia do polén anemófilo e alergizante no Brasil: II. Polygonaceae, Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Leguminosae, Euphorbiaceae e Myrtaceae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 74, p. 191-201, 1976.

BARTH, O. M. **O pólen no mel brasileiro**. Editora Luxor, Rio de Janeiro, 1989. 150 p.

BAUERMANN, S. G.; NEVES, P. C. P. Métodos de estudos em Palinologia do Quaternário e de plantas atuais. **Cadernos La Salle XI**, Canoas, v.2, n. 1, p. 99-107, 2005.

BERRY, P. E.; HIPPI, A. L.; WURDACK, K. J.; VAN EE, B.; RIINA, R. Molecular phylogenetics of the giant genus *Croton* and tribe Crotonaeae (Euphorbiaceae *sensu stricto*) using ITS and *TRNL-TRNF* DNA sequence data. **American Journal of Botany**, v. 92, p. 1520-1534, 2005.

BOR, J. Pollen morphology and the bi-reticulate exine of the *Phyllanthus* species (Euphorbiaceae) from Mauritius and Réunion. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 27, p. 149-172, 1979.

BUCHER, E. H. Chaco and caatinga – South American arid savannas, woodlands and thickets. pp. 48-79 In: **Ecology of tropical savanas** (HUNTEY, B. J.; WALTHER, B. H. eds.). Springer-Verlag, New York, 1982

CARNEIRO-TORRES, D. S. **Diversidade de Croton L.(Euphorbiaceae) no Bioma Caatinga**. Tese (Doutorado em Botânica)-Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, 2009. 296p.

CARNEIRO-TORRES, D. S.; CORDEIRO, I.; GIULIETTI, A. M.; BERRY, P. E.; RIINA, R. Three new species of Croton (Euphorbiaceae s.s.) from the Brazilian Caatinga. **Brittonia**, v. 63, n. 1, p. 122–132, 2011.

CARNEIRO-TORRES, D. S.; SANTOS, F. A. R.; GIULIETTI, A. M. A Tribo Euphorbieae Dumort (Euphorboaceae) na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: Palinologia e Implicações Taxonômicas. **Polibotânica**, v. 13, p. 83-96, 2002.

CARREIRA, L. M. M.; BARTH, O. M. **Atlas de pólen da vegetação de canga da serra de Carajás, Pará, Brasil**. Coleção Adolpho Ducke. Belém: Museu Paranaense Emílio Goeldi, 1996.

CARREIRA, L. M. M.; RAPOSO, R. C. O.; LOBATO, E. S. P. Morfologia Polínica no Parque do Museu Goeldi. VI. Família Euphorbiaceae. **Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi**, sér. Bot. v. 7, n.1, 1991.

CARREIRA, L. M. M.; SECCO, R. S.; BARTH, O. M. Pollen morphology of the lianescent species of the genus Croton (Euphorbiaceae), **Grana**, v. 35, n. 2, p.74-78, 1996.

CHASE, M. W.; ZMARTZTY S.; LLEDÓ, M. D.; WURDACK, K. J.; SWESEN, S. M.; FAY, M. F. When in doubt, put it in Flacourtiaceae: a molecular phylogenetic analysis base don plastid rbcL DNA sequences. **Kew Bulletin** v. 57, p. 141-181, 2002.

CHAUDHARY, R.; EL-GHAZALY, G. Pollen morphology of *Euphorbia caputmedusae* L. (Euphorbiaceae). **Grana**, v. 33, p.124-127, 1994.

COELHO, L. G.; BARTH, O. M. Morfologia polínica e habitat das espécies do gênero *Alchornea* (Euphorbiaceae) presentes nas matas de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Revista Universidade Guarulhos- Geociências** (número especial), v. 5, p. 228-230, 2000.

COLINVAUX, P.; OLIVEIRA, P. E.; PATINÕ, J. E. M. **Amazon Pollen Manual and Atlas**. Taylor & Francis e-Library, 2005.

CONCEIÇÃO, A. A. Campo rupestre e o Morro do Pai Inácio. p.49-62. In: **Serra do Sincorá: Parque Nacional da Chapada Diamantina** (FUNCH, L. S.; FUNCH, R. S.; QUEIROZ, L. P. ed.) Feira de Santana, Radami, 2008. 254p.

CONCEIÇÃO, A. A. Plant Ecology in 'Campos Rupestres' of the Chapada diamantine, Bahia. p. 61-66 In: **Towards Greater Knowledge of the Brazilian Semi-arid Biodiversity** (QUEIROZ, L. P.; RAPINI, A.; GIULIETTI, A. M. eds.). Brasília: Programa de Pesquisa em Biodiversidade, 2006.

CONCEIÇÃO, A. A.; GIULIETTI, A. M. Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Hoehnea**, v. 29, n.1, p 37-48, 2002.

CORDEIRO, I.; CARNEIRO-TORRES, D. S. Euphorbiaceae. In: M. R. V. Barbosa, C. Sothers, S. Mayo, C. F. L. Gamarra & A. C. Mesquita.(orgs.). **Checklist das plantas do Nordeste brasileiro** v.1: Angiospermas e Gymnospermas. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, p.71-74, 2006.

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.; PSCHIEDT, A.C. Euphorbiaceae In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000113>>. Acesso em 23 jan. 2012.

CORRÊA, A.M.S.; CRUZ BARROS, M. A. V.; SILVESTRE-CAPELATO, M. S. F.; PREGUN, M. A.; RASO, P. G.; CORDEIRO, I. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil) Família: 107-Euphorbiaceae s.l. **Hoehnea**, v. 37, n.1, p. 53-69, 2010.

CÔRREA, M.V.G.; PLÁ JÚNIOR, M. A.; MACEDO, R. B.; CANCELLI, R. R.; BAUERMANN, S. G. **Grãos de pólen: Usos e Aplicações**. Canoas: ULBRA, 2006. 25 p.

CRUZ-BARROS, M.A.V., CORRÊA, A.M.S. & MAKINO-WATANABE, H. Estudo polínico de Aquifoliaceae, Euphorbiaceae, Lecythydaceae, Malvaceae, Phytolaccaceae e Portulacaceae ocorrentes na restinga da Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, p. 145-162, 2006.

DE-PAULA, O. C. **Morfologia e desenvolvimento floral em *Croton L.* e *Astraea Klotzsch* (Euphorbiaceae sensu stricto)**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal)- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, Rio Claro, 2010. 61 p.

DUMONTE, J. N. **Morfologia Polínica da Família Euphorbiaceae do Parque Estadual das Sete Passagens, Município de Miguel Calmon, Bahia**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade do Estado da Bahia, Senhor do Bonfim, 2010. 55 p.

EL-CHAZALY, G. A. Pollen and Orbicule Morphology of Some *Euphorbia* Species. **Grana**, v. 28, p. 243-259, 1989.

EL-GHAZALY, G.A. & CHAUDHARY, R. Pollen morphology of some species of the genus *Euphorbia* L. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v.78, p. 293-319, 1993.

ERDTMAN, G. **Pollen morphology and plant taxonomy—angiosperms**. Stockholm: Almqvist and Wiksell, 1952. 553p.

\_\_\_\_\_. The acetolysis method. A revised description. **Svensk Botanisk Tidskrift**, v. 39, p. 561-564, 1960.

FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, D.; LOBREAU-CALLEN, D. Le pollen de la tribu des Acalypheae (Acalypheoideae, Euphorbiaceae), **Grana**, v. 35, n. 5, p. 266-284, 1996.

FORZZA, R. C. [org] *et al.* **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. v. 1.- Rio de Janeiro : Andrea Jakobsson Estúdio : Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

GARCÍA, Y.; RANGEL, J. O.; FERNÁNDEZ, D. Flora palinológica de la vegetación acuática, de pantano y de la llanura aluvial de los humedales de los Departamentos de Córdoba y Cesar (Caribe Colombiano). **Caldasia**, v. 33, n. 2, p. 573-618, 2011.

GASPARINO, E. C.; CRUZ-BARROS, M. A. V. **Palinologia** (Curso de Capacitação para monitores). Instituto de Botânica: Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, São Paulo, 2006.

GILLESPIE, L. J. Pollen Morphology and Phylogeny of the Tribe Plukenetieae (Euphorbiaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 81, n. 2, p. 317-348, 1994.

GIULIETTI, A. M.; QUEIROZ, L. P.; SILVA, T. R. S.; FRANÇA, F.; GUEDES, M. L.; AMORIM, A. M. Flora da Bahia. **Sitientibus** Série Ciências Biológicas v. 6, n. 3, p.169-173, 2006.

GIULIETTI, A. M., HARLEY, R. M., QUEIROZ, L. P., BARBOSA, M. R. V., BOCAGE NETA, A. L.; FIGUEIREDO, M. A. Plantas endêmicas da caatinga. p.103-115 In: **Vegetação e flora das caatingas** (SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. eds.). APNE / CNIP, Recife, PE, 2002.

GONÇALVES-ESTEVEZ, V.; ESTEVES, R. L.; OLIVEIRA, A. S. *Sebastiania* Spreng. (Euphorbiaceae)- Estudo das Espécies Ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Boletim do Museu Nacional**. Nova Série Botânica n.73, fev. 1986.

GRUAS-CAVAGNETTO, C.; KÖHLER, E. Pollens fossiles d'Euphorbiacées de l'Eocène français'. **Grana**, v. 31, n. 4, p. 291-304, 1992.

HERBER, B. E. Pollen morphology of the Thymelaeaceae in relation to its taxonomy. **Plant Syst. Evol**, v. 232, p. 107-121, 2002.

HESSE, M.; ZETTER, R.; HALBRITTER, H.; WEBER, M.; BUCHNER, R.; FROSCHE-RADIVO, A.; ULRICH, S. **Pollen Terminology**: An illustrated handbook. Springer-Verlag/Wien, 2009.

HOFFMANN, P.; KATHRIARACHCHI, H.; WURDACK, K. J. A phylogenetic classification of Phyllanthaceae (Malpighiales; Euphorbiaceae s.l.). **Kew Bulletin**, 61: 37-53, 2006.

IBGE: **Censo 2010**. Dados da Bahia. Disponível em: <[http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados\\_divulgados/index.php?uf=29](http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=29)>. Acesso em 06 mar. 2012.

**IBGE Cidades:** Bahia. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 06 dez. 2010.

JUDD, W. S., CAMPBELL, C. S., KELLOGG, A. E., STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal:** um enfoque filogenético. 3ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 632 p.

KÖHLER, E. Die Pollenmorphologie der biovulaten Euphorbiaceae und ihre Bedeutung für die taxonomie. **Grana**, v.6, p. 26-120, 1965

LEAL, A.; BERRÍO, J. C.; RAIMÚNDEZ, E.; BILBAO, B. A pollen atlas of premontane woody and herbaceous communities from the upland savannas of Guayana, Venezuela, **Palynology**, v. 35, n. 2, p. 226-266, 2011.

LIEUX, M. H. Na Atlas of Pollen of trees, Shrubs, and Woody Vines of Louisiana and other Southeastern States, part V. Lythraceae e Euphorbiaceae. **Pollen et Spores**, v. 15, n. 3- 4, p. 321- 350, 1983.

LOBREAU-CALLEN, D.; PUNT, W.; SCHMID, M. Pollen morphology and taxonomy of the *Phyllanthus* species (Euphorbiaceae) native to New Caledonia. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 54, p. 283-304, 1988.

LOPEZ, C.; DIEZ, J. Contribucion al Atlas Palinologico de Andalucia Occidental, III Euphorbiaceae. **Lagascalia**, v. 13, n. 2, p. 275-291, 1985.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras:** Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 2ed. v.2. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

LUCENA, M. F. A.; ALVES, M. Notas taxonômicas para Euphorbiaceae s.l. do Nordeste do Brasil. **Hoehnea**, v. 37, n. 1, p. 71-85, 2010.

LUZ, C. F. P.; THOMÉ, M. L.; BARTH, O. M. Recursos tróficos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) na região de MorroAzul do Tinguá, Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasil. Bot.**, v.30, n.1, p.29-36, 2007.

MATOS, F. J. A.; LORENZI, H., SANTOS, L. F. L.; MATOS, M. E. O.; SILVA, M. G. V. ; SOUSA, M. P. **Plantas Tóxicas:** Estudo de Fitotoxicologia Química de Plantas Brasileiras. São Paulo: Instituto Plantarum de estudos da Flora, 2011.

MEEWIS, B.; PUNT, W. Pollen morphology and taxonomy of the subgenus *Kirganelia* (Jussieu) Webster (genus *Phyllanthus*, Euphorbiaceae) from Africa. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 39, p. 131-160, 1983.

MELHEM, T. S. **Palinologia**- Suas aplicações e perspectivas no Brasil. Coleção Museu Paulista. Serie Ensaios, v. 2, 1978.

MELHEM, T.S., CRUZ-BARROS, M. A. V., CORRÊA, A. M. S. MAKINO-WATANABE, H., SILVESTRE-CAPELATO, M. S. F., ESTEVES, V. L. G. Variabilidade polínica em plantas de Campos de Jordão (São Paulo, Brasil). **Boletim do Instituto de Botânica**, n.16, 2003.

MENDES, B. V. **Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável do Semi-árido**. Fortaleza: SEMACE, 1997. 108 p.

MIRANDA, M. M. B.; ANDRADE, T. A. P. **Fundamentos de Palinologia**: Principais Tipos Polínicos do Litoral Cearense. Fortaleza, 1990. 99p.

MODRO, A. F. H. **Flora e caracterização polinífera para abelhas *Apis melífera* L. na região de Viçosa, MG**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) Universidade Estadual de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2006. 98 p.

MOURA, C. O.; ABSY, M. L.; SANTOS, F. A. R.; MARQUES-SOUZA, A. C. Morfologia polínica de espécies de várzea e de igapó da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 34, n.1, p.15-19, 2004.

NORDI, J. C.; GOMES, O. Palinose: Revisão sobre o estudo de pólen alergizante no Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Palinologia e Paleobotânica, 13, 2010. Salvador, **Anais...**, Salvador: Print Mídia, p. 137.

NOWICKE, J. W. A Palynological study of Crotonoideae (Euphorbiaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 81, p. 245-269, 1994.

OLIVEIRA, P. P. **Análise palinológica de amostras de mel de *Apis mellifera* L. produzidas no estado da Bahia**. Tese (Doutorado em Botânica). Universidade Estadual de Feira Santana, Feira de Santana, Bahia, 2009. 192 p.

OLIVEIRA, P.P.; SANTOS, F.A.R. Morfologia polínica do gênero *Croton* L. (Euphorbiaceae) dos inselbergs da região de Milagres (Bahia-Brasil). **Revista Universidade de Guarulhos-Geociências** (número especial) v. 5, p. 212-215, 2000.

PARK, K. Monograph of *Euphorbia* sect. *Tithymalopsis* (Euphorbiaceae). **EDINB. J. Bot.**, v. 55, n. 2, p.161-208, 1998.

\_\_\_\_\_. Pollen morphology of *Euphorbia* subgenus *Agaloma* section *Tithymalopsis* and related species (Euphorbiaceae), **Grana**, v. 36, n. 1, p.11-16, 1997.

PEDRON, L.; BAUERMANN, S. G.; NEVES, P. C. P. Polinose. **Pesquisas Botânicas**, n. 49, p. 155-162, 1999.

PERVEEN, A.; QAISER, M. Pollen Flora of Pakistan-XLVII. Euphorbiaceae. **Pak. J. Bot.**, v. 37, n. 4, p.785-796, 2005.

PUNT, W. Pollen morphology of the Euphorbiaceae with special reference to taxonomy. **Wentia**, v. 7:1-116, 1962.

\_\_\_\_\_. Pollen morphology of the *Phyllanthus* species (Euphorbiaceae) occurring in New Guinea. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 31, p. 155-177, 1980.

PUNT, W.; HOEN, P. P.; BLACKMORE, S; NILSON, S.; LE THOMAS, A. Glossary of pollen and spore terminology. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v.143, p.1-81, 2007.

PUNT, W.; RENTROP, J. Pollen morphology of the *Phyllanthus* species occurring in the continental United States. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 16, p. 243-261, 1974.

QUEIROZ, L. P. Flowering Plants of the Brazilian Semi-arid. p. 47- 52. In: **Towards Greater Knowledge of the Brazilian Semi-arid Biodiversity** (QUEIROZ, L. P.; RAPINI, A.; GIULIETTI, A. M. eds.). Brasília: Programa de Pesquisa em Biodiversidade, 2006.

QUEIROZ, L. P.; SENA, T. S. N.; COSTA, M. J. S. L. Flora vascular da Serra da Jibóia, Santa Terezinha – Bahia. I: O campo rupestre. **Sitientibus**, n. 15, p, 27-40, 1996.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 856p.

ROSÁRIO-FILHO, N. A. Análise dos 50 casos de polinose por gramíneas. **Revista Brasileira de Alergia e Imunologia**, v. 10, n. 1, p. 25-32, 1987.

ROUBIK, D. W.; J. E. MORENO. **Pollen and spores of Barro Colorado Island**. Monographs in Systematic Botany, v.36, p. 1-270, 1991.

SAAD, S. I.; EL-GHAZALY, G. Pollen Morphology of Some Species of Euphorbiaceae. **Grana**, v. 27, n. 3, p.165-175, 1988.

SABA, M. D. **Morfologia Polínica de Malvaceae: Implicações Taxonômicas e Filogenéticas**. (Doutorado em Botânica). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, 2007. 188 p.

SAGUN, V. G.; LEVIN, G. A.; VAN DER HAM, R. W.J.M. Pollen morphology and ultrastructure of Acalypha (Euphorbiaceae). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v.140, p. 123-143, 2006.

SAGUN, V. G.; VAN DER HAM, R. W. J. M. Pollen morphology of the Flueggeinae (Euphorbiaceae, Phyllanthoideae). **Grana**, v.42, n. 4, p.193-219, 2003.

SALES, E. O.; BARRETO C. F.; BARTH, O. M. Morfologia polínica de espécies de Euphorbiaceae s.l. arbóreas ocorrentes no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Hoehnea**, v. 38, n. 3, p. 495-500, 2011.

SALGADO-LABORIAU, M. L. Palinologia: fundamentos, técnicas e algumas perspectivas. **Revista Brasileira de Geografia**, n 4, p. 107-129, out-dez 1961.

\_\_\_\_\_. **Pollen grains of plants "Cerrado". XIX- Euphorbiaceae**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, v. 39, p. 471-490, 1967.

\_\_\_\_\_. **Contribuição à palinologia dos cerrados**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1973. 291p.

SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. **Vegetação e flora das caatingas**. APNE / CNIP, Recife, PE, 2002. 176p.

SAMUEL, R.; KATHRIARACHCHI, H.; HOFFMANN, P.; BARFUSS, M. H. J.; WURDACK, K. J.; DAVIS, C. C.; CHASE, M. W. Molecular phylogenetics of Phyllanthaceae: evidence from plastid matK and nuclear PHYC sequences. **American Journal of Botany**, v. 92, p. 132-141, 2005.

SANTIAGO, L. J. M.; LOURO R. P.; EMMERICH, M.; BARTH, O. M. The pollen morphology of *Phyllanthus* (Euphorbiaceae) section *Choretropsis*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 144, p. 243-250, 2004.

SANTOS, F. A. R.; MELHEM, T. S. Ornamentação do tipo padrão-*Croton* em grãos de pólen de Scrophulariaceae do Brasil. **Acta Botanica Malacitana**, v. 25, p. 81-92, 2000.

SANTOS, F. A. R. **BIO- 213 Introdução a Palinologia-** Manual Didático. Feira de Santana, Universidade Estadual de Feira de Santana (trabalho não publicado), 2000. 43p.

SANTOS, N. C. R. ; SILVA, L. A. ; LIMA, L. C. L. ; FIGUEROA, L.E.R. . Plantas visitadas por *Apis mellifera* L. no município de Alagoinhas - Bahia: dados preliminares. In: 53º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 25º REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA. 2002, Recife , **Resumos...** Sociedade Botânica do Brasil, 2002. p. 261.

SECCO, R. S. Revisão dos gêneros *Anomalocalyx* Ducke, *Dodecastigma* Ducke, *Pousandra* Ralk, *Pogonophora* Miers ex Benth e *Sagotia* Baill. (Euphorbiaceae-Crotonoideae) para a América do Sul, Belém, **Museu Paraense Emílio Goeldi**, 116 p. (Col. Adolfo Ducke), 1990. 133p.

SECCO, R.; CORDEIRO, I.; MARTINS, E. R. Phyllanthaceae In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro: 2012. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000186>>. Acesso em 05 mar 2012.

**SEI**. Atributos climáticos do estado da Bahia. Secretaria de Planejamento Ciências e Tecnologia do Estado da Bahia. Série Estudos e Pesquisas, 2007.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; BRITO, J. Z.; CABRAL, E. L. Aspectos ecofisiológicos em dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Revista Iheringia**, Série Botânica v. 59, p. 201-205, 2004.

SILVA, T. R. S.; GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; FRANÇA, F. Flora of the State of Bahia: History and Organization. p.55- 58. In: **Towards Greater Knowlegde of the Brazilian Semi-arid Biodiversity** (QUEIROZ, L. P.; RAPINI, A.; GIULIETTI, A. M. ed.) Brasília: Programa de Pesquisa em Biodiversidade, 2006.

SILVA, F. H. M. **Contribuição à Palinologia das Caatingas**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, 2007. 178p.

SILVA, J. M.; SALES, M. F. *Phyllanthus* L. (Phyllanthaceae) em Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 21, p. 79-98, 2007.

SILVA, E. L. **Estudo polínico das espécies de *Phyllanthus* L. subgen. *Conami* (Aubl.) G.L. Webster, subgen. *Isocladus* G.L. Webster e subg. *Phyllanthus* no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2008. 91 p.

SILVA, F. M. F.; DELICIO, M. P.; COSTA, A. T. Identificação e Caracterização das Áreas de Aplicações da Palinologia em estudos Multidisciplinares- Uma Revisão. VI. In: Simpósio Brasileiro de Palinologia e Paleobotânica, 13, 2010. Salvador, **Anais...**, Salvador: Print Mídia, p. 95-96.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: Guia ilustrado para identificação de Angiospermas da Flora Brasileira (Baseado em APG III). São Paulo: Nova Odessa/ Instituto Plantarum, 2008.

SU'AREZ-CERVERA, M.; GILLESPIE, L.; ARCALÍS, E.; THOMAS, A. L.; LOBREAU-CALLEN, D.; SEOANE-CAMBA, J. A.. Taxonomic significance of sporoderm structure in pollen of Euphorbiaceae: Tribes Plukenetieae and Euphorbieae. **Grana**, v. 40, p. 78-104, 2001.

TAKAHASHI, M.; NOWICKE, J. W.; WEBSTER, G. L. A Note on Remarkable Exines in Acalyphoideae (Euphorbiaceae), **Grana**, v. 34, n. 5, p. 282 - 290, 1995.

TAKEDA, I. J. M.; SOUZA, K. F. S.; FARAGO, P. V.; GELINSKI, V. V. Catálogo Polínico do Parque Estadual de Vila Velha- 3ª parte. **Arq. Ciênc. Saúde Unipar**, v. 6, n. 1, jan/abr, 2002.

TRAVERSE, A. **Palaeopalynology**. Uniwin. Boston: Hyman, 1988.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, V. S. B; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga**. Nature Conservancy do Brasil. 76 p, APNE Recife: (eds). 2002.

WALKER, J. W.; DOYLE, J. A. The Bases of Angiosperm Phylogeny: Palynology. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 62, n. 3, p. 664-723, 1975.

WEBSTER, G. L. Studies of the Euphorbiaceae, Phyllanthoideae. II. American species or the *Phyllanthus* described by Linnaeus. **Journal of the Arnold Arboretum**, v. 37, p. 1-14, 1956.

\_\_\_\_\_. Classification of the Euphorbiaceae. **Annals of Missouri Botanical Garden**, v. 81, p. 3-32, 1994.

\_\_\_\_\_. Classification of the new classification of the Euphorbiaceae. **Taxon**, v. 24, n. 5/6, 1975.

WEBSTER, G. L.; CARPENTER, K. J. Pollen morphology and phylogenetic relationships in neotropical *Phyllanthus* (Euphorbiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 138, p. 325-338, 2002.

WILLARD, D. A.; BERNHARDT, C. E.; WEIMER, L.; COOPER, S. R.; GAMEZ, D.; JENSEN, J. Atlas of pollen and spores of the Florida Everglades. **Palynology**, v. 28, n. 1, p. 175-227, 2004.

WODEHOUSE, R. P. **Pollen Grains**. New York & London: McGraw-Hill, 1935. 574p.

WURDACK, K. J.; HOFFMANN, P.; CHASE, M. W. Molecular phylogenetic analysis of uniovulate Euphorbiaceae (Euphorbiaceae sensu stricto) using plastid *rbcl* and *trnLF* DNA sequences. **American Journal of Botany**, v. 92, n. 8, p.1397-1420, 2005.

WURDACK, K. J.; DAVIS, C. C. Malpighiales phylogenetics: gaining ground on one of the most recalcitrant clades in the angiosperm tree of life. **Amer. J. Bot.**, v. 96, n. 8, p. 1551-1570, 2009.