

ELAINE LIMA SILVA

**Estudo polínico das espécies de *Phyllanthus* L.
subgen. *Conami* (Aubl.) G.L. Webster,
subgen. *Isocladus* G.L. Webster e
subgen. *Phyllanthus* no Brasil**

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

SÃO PAULO

2008

ELAINE LIMA SILVA

**Estudo polínico das espécies de *Phyllanthus* L.
subgen. *Conami* (Aubl.) G.L. Webster,
subgen. *Isocladus* G.L. Webster e
subgen. *Phyllanthus* no Brasil**

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

ORIENTADORA: DR^a MARIA AMÉLIA VITORINO DA CRUZ BARROS

Ficha Catalográfica elaborada pela Seção de Biblioteca do Instituto de Botânica

Silva, Elaine Lima
S586e Estudo polínico das espécies de *Phyllanthus* L. subgen. *Conami* (Aubl.) G.L. Webster, subgen. *Isocladus* G.L. Webster e subgen. *Phyllanthus* no Brasil / Elaine Lima Silva -- São Paulo, 2008.
91 p. il.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2008

Bibliografia.

1. Pólen . 2. Palinotaxonomia. 3. *Phyllanthus*. I. Título

CDU : 581.33

A Aquele que me possibilita
ter todas as oportunidades na vida

JESUS CRISTO

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Maria Amélia Vitorino da Cruz Barros, pelos ensinamentos, desde a graduação, despertando meu interesse pela palinologia, por compartilhar seus conhecimentos, pela firmeza no acompanhamento deste trabalho, pela dedicação que foram além dos compromissos acadêmicos e seu empenho pessoal para que esta dissertação se realizasse.

À Dra. Inês Cordeiro por sugerir este tema para a dissertação.

Ao Instituto de Botânica de São Paulo nas pessoas da Diretora Dra. Vera Lúcia Bononi e da Diretora da Divisão de Fitotaxonomia Dra. Maria das Graças Lapa Wanderley.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente nas pessoas da Dra. Sônia M. Campos Dietrich e Dra. Solange Cristina Mazzoni Viveiros.

À secretária Márcia Regina Ângelo pela atenção e dedicação, ao Antonio Aparecido Carlos Borges, pela assistência técnica prestada.

Aos docentes da pós-graduação e em especial àqueles que foram meus mestres: Dr. Adauto Ivo Milanez, Célia Regina Gouveia de Sousa, Dra. Cynthia Fernandes Pinto da Luz, Dra. Cristiane Bonaldi Cano, Dra. Gerleni Lopes Esteves, Dr. Guillermo Angeles Alvarez Xalapa, Dra. Inês Cordeiro, Dra. Maria Amélia Vitorino da Cruz Barros e Dra. Solange Cristina Mazzoni Viveiros.

Aos curadores dos herbários: HUEFS, SP, SPF, UB, UEC e NY por disponibilizarem material polínico.

Aos funcionários da Biblioteca do Instituto de Botânica de São Paulo pelo atendimento prestativo.

À seção de Dicotiledôneas onde iniciei minha carreira científica, e desenvolvi este trabalho.

Ao Eduardo Custódio Gasparino, meu “irmão científico”, pela contribuição valorosa, assistindo-me a qualquer hora, contribuindo com sugestões e auxiliando-me no tratamento estatístico dos resultados.

A Ângela Maria da Silva Corrêa pelo auxílio nas discussões palinológicas de parte deste trabalho, pela amizade e a convivência harmoniosa.

À Dra. Cynthia Fernandes Pinto da Luz pela amizade e sugestões durante a análise palinológica.

À querida Jovelina Maria de Vasconcelos pelas orações, apoio e carinho.

Aos amigos da seção de Dicotiledôneas, Dr. Luciano Mauricio Esteves, pelas idéias compartilhadas na hora do cafezinho, a Carolina Brandão Coelho e Bianca Alsina Moreira pelas palavras de incentivo e a Priscila Rodrigues de Sousa, pelas acetólises realizadas, digitação de partes desta dissertação, pela disposição e colaboração.

Ao Dr. Fábio de Barros, pela realização da leitura crítica do manuscrito deste trabalho, contribuindo com valiosas sugestões.

A Maria Beatriz Rossi Caruzzo, pela coleta de materiais polínicos no Herbário da Universidade de Brasília.

Ao Marcos José da Silva pelo empréstimo de bibliografias.

Ao Dr. José Rubens Pirani por ceder o material polínico da espécie *Phyllanthus piranii*.

Aos companheiros de disciplinas e viagens Cíntia, Vinícius, Rafael, Diana, Elisa, Sandra, Luciane, Jonas, Marília, Renata, Alessandra, Regina e Marina.

Aos amigos e companheiros do Instituto Monitor que me incentivaram nesta etapa da minha vida.

À Prof^a Vanda Cristina Gumiero Franco, pela amizade e contribuição na elaboração do abstract.

Ao Prof^o Emerson J. Dias de Araújo, pela ajuda nas dúvidas relacionadas à informática.

Àqueles que deram um novo sentido à minha vida, ao meu esposo Edilson pelo apoio, paciência e ajuda constante e ao meu querido e amado filho Davi.

Aos meus pais Maria de Lourdes Lima Silva e José Lima Silva pela sólida formação e por estarem ao meu lado em todos os momentos, aos meus irmãos Everton, Edgar e Estefani pelo apoio.

Ao amigo Paulo Alves de Souza pela torcida e o apoio incondicional, à querida amiga Josefa pelas orações.

Às minhas tias Matilde e Maria Aparecida, pela torcida, incentivo e apoio constante.

Hoje tenho consciência de que o desafio a que me propus foi cumprido, embora, muitas vezes, parecia estar distante e inalcançável. Fica, então, o meu agradecimento de coração a todos que direta ou indiretamente significativamente contribuíram com o desenvolvimento e conquista desse trabalho.

ÍNDICE DE FOTOGRAFIA PARA OS TÁXONS

<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	38
<i>Phyllanthus acutifolius</i> Poir. ex Spreng	50
<i>Phyllanthus almadensis</i> Müll. Arg.	50
<i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. & Thonn.	31
<i>Phyllanthus arenicola</i> Casar	50
<i>Phyllanthus avicularis</i> Müll. Arg.	50
<i>Phyllanthus bahiensis</i> Müll. Arg.	23
<i>Phyllanthus caparaoensis</i> G.L. Webster	51
<i>Phyllanthus caroliniensis</i> Walter	51
<i>Phyllanthus claussenii</i> Müll. Arg.	51
<i>Phyllanthus dawsonii</i> Steyerm.	52
<i>Phyllanthus debilis</i> Klein ex Willd.	31
<i>Phyllanthus fastigiatus</i> Mart. ex Müll. Arg.	52
<i>Phyllanthus fluitans</i> Benth. ex Müll. Arg.	31
<i>Phyllanthus glaziovii</i> Müll. Arg.	52
<i>Phyllanthus heteradenius</i> Müll. Arg.	53
<i>Phyllanthus hypoleucus</i> Müll. Arg.	53
<i>Phyllanthus leptophyllus</i> Müll. Arg.	53
<i>Phyllanthus lindbergii</i> Müll. Arg.	31
<i>Phyllanthus minutulus</i> Müll. Arg.	32
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	53
<i>Phyllanthus perpusillus</i> Baill.	54
<i>Phyllanthus pinifolius</i> Baill.	54
<i>Phyllanthus piranii</i> G.L. Webster	54
<i>Phyllanthus ramillosus</i> Müll. Arg.	55
<i>Phyllanthus rosellus</i> Müll. Arg.	55
<i>Phyllanthus rosmarinifolius</i> Müll. Arg.	56
<i>Phyllanthus stipulatus</i> (Raf.) G.L. Webster	32
<i>Phyllanthus submarginatus</i> . Müll. Arg.	56
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	56

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	01
2. MATERIAL E MÉTODOS	09
2.1. Material	09
2.2. Métodos	17
2.2.1. Microscopia óptica	17
2.2.1.1. Acetólise	17
2.2.1.2. Medidas dos grãos de pólen	18
2.2.2. Microscopia eletrônica de varredura	19
2.2.3. Tratamento estatístico	19
2.2.4. Ilustrações	20
2.2.5. Terminologia e descrições polínicas	20
3. RESULTADOS	21
3.1. Grãos de pólen porados	21
3.2. Grãos de pólen colporados	24
3.2.1. Grãos de pólen 3-colporados	24
3.2.1.1. Grãos de pólen 3-colporados, com uma única endoabertura em cada colpo	24
3.2.1.2. Grãos de pólen 3-colporados, com duas endoaberturas em cada colpo	35
3.2.2. Grãos de pólen 4-colporados	39
3.3. Chave polínica	63
4. DISCUSSÃO	65
5. RESUMO	79
6. ABSTRACT	81
7. LITERATURA CITADA	83

1. Introdução

Estudos baseados em análise de DNA visando reconhecer se as famílias de angiospermas constituiriam grupos monofiléticos, mostraram que nenhuma evidência molecular sustenta Euphorbiaceae *s.l.* como uma família única. Por esse motivo, Chase *et al.* (2002) e APG II (2003) dividiram a família em três: Euphorbiaceae *s.s.*, Picrodendraceae Small e Phyllanthaceae Martinov.

Hoffmann *et al.* (2006), em classificações mais recentes, baseadas em dados moleculares e morfológicos, dividiram Euphorbiaceae *s.l.* em cinco famílias: Euphorbiaceae *s.s.*, Pandaceae Engl. & Gilg., Phyllanthaceae, Picrodendraceae e Putranjivaceae Endl., todos membros de Malpighiales Mart., incluídos no clado das Eurosides I (APG II 2003).

Phyllanthaceae é uma família pantropical, com cerca de 60 gêneros e 2.000 espécies (Samuel *et al.* 2005). Caracteriza-se, morfológicamente, pela ausência de látex e de nectários extraflorais nas folhas, e por apresentar ovários biovulados e sementes sem carúncula (Souza & Lorenzi 2005).

No Brasil, a família está representada por um gênero introduzido - *Breynia* J.R. Forst. & G. Forst. - e 14 gêneros nativos: *Amanoa* Aubl., *Astrocasia* B.L. Rob. & Millsp., *Chonocentrum* Pierre ex Pax & K. Hoffm., *Didymocistus* Kuhl., *Discocarpus* Klotzsch, *Flueggea* Willd., *Gonatogyne* Klotzsch ex Müll. Arg., *Hyeronima* Allemão, *Jablonskia* G.L. Webster, *Margaritaria* L. f., *Meineckia* Baill., *Phyllanthus* L., *Richeria* Vahl e *Savia* Willd. (Souza & Lorenzi 2005, Cordeiro, comunicação pessoal).

A família Phyllanthaceae, segundo Hoffmann *et al.* (2006), está subdividida em duas subfamílias, Phyllanthoideae Kostel. e Antidesmatoideae Hurus. e 10 tribos,

Poranthereae Grüning, Brideliaceae Müll. Arg., Wielandieae Baill. ex Hurus., Phyllantheae Dumort., Antidesmaceae Benth., Jabloskieae Petra Hoffm., Scepaeae Horan., Spondiantheae G.L. Webster, Uapaceae Hutch. e Bischofiaeae Hurus.

Phyllantheae é a maior tribo da família, incluindo em torno de 1.000 espécies, o que corresponde a cerca da metade das espécies de Phyllanthaceae (Kathriarachchi *et al.* 2006).

Segundo Kathriarachchi *et al.* (2006), os estudos filogenéticos de Wurdack *et al.* (2004), Kathriarachchi *et al.* (2005) e Samuel *et al.* (2005) apoiam a monofilia da tribo Phyllantheae, com seis táxons: *Flueggea s.l.*, *Lingelsheimia*, *Margaritaria*, *Phyllanthus s.l.*, *Phyllanthus diandrus*, e *Savia* seção *Heterosavia*.

Phyllanthus L., com cerca de 833 espécies (Govaerts *et al.* 2000), é o gênero maior e mais diversificado morfologicamente dentro da subfamília Phyllanthoideae (Webster & Carpenter 2002). Apresenta grande diversidade em formas, incluindo espécies anuais, perenes, herbáceas, arborescentes, trepadeiras, aquáticas, muitas vezes com caules espessados ou filocládios (Kathriarachchi *et al.* 2006). No Brasil o gênero está representado por mais de 100 espécies amplamente distribuídas em diferentes ambientes (Silva & Sales 2003).

Com base em caracteres vegetativos, florais e polínicos, Webster (2002a) subdividiu *Phyllanthus* em 10 subgêneros e mais de 30 seções, compreendendo cerca de 200 espécies na região neotropical. Posteriormente, Kathriarachchi *et al.* (2006), apresentaram uma compilação da classificação mais aceita atualmente, subdividindo o gênero em 10 subgêneros e 50 seções: subgen. *Conami* (Aubl.) G.L. Webster (sect. *Apolepis*, *Brazzaeani*, *Hylaeanthus* G.L. Webster e *Nothoclema* G.L. Webster), subgen. *Cyclanthera* G.L. Webster (sect. *Cyclanthera* G.L. Webster e *Callitrichoides* G.L. Webster), subgen. *Emblica* (Gaertn.) G.L. Webster (sect. *Emblica* Gaertn.,

Microglochidion Müll. Arg. e *Pityrocladus* G.L. Webster), subgen. *Eriococcus* Hassk. (sect. *Eriococcus* Hassk., *Emblicastrum*, *Eriococcodes* e *Scepasma* Blume), subgen. *Gomphidium* (Baill.) Webster (sect. *Adenoglochidion* Müll. Arg., *Ardisianthus*, *Calodictyon*, *Eleutherogynium*, *Gomphidium* Baill. e *Paragomphidium*), subgen. *Isocladus* G.L. Webster (sect. *Anisobium* Müll. Arg., *Antipodanthus* G.L. Webster, *Loxopodium* G.L. Webster, *Macraea* (Wight) Baill. e *Paraphyllanthus* Müll. Arg.), subgen. *Kirganelia* Juss. (sect. *Anisonema* (Juss.) Griseb., *Aporosella* Chodat, *Chorisandra* Wight, *Cicca* L., *Ciccopsis* G.L. Webster, *Flueggeopsis* K. Schum., *Floribundi* Pax & Hoffm, *Menarda* Comm. ex Juss., e *Pseudomenarda*), subgen. *Phyllanthodendron* Hemsl., subgen. *Phyllanthus* (sect. *Choretropsis* (Müll. Arg.) Santiago, *Phyllanthus*, *Pentandra* G.L. Webster e *Urinaria* G.L. Webster) e subgen. *Xylophylla* L. (sect. *Asterandra* (Klotzsch) Müll. Arg., *Brachycladus* G.L. Webster, *Ciccastrum*, *Elutanthos* Croiz. Jour., *Epistylum* Sw., *Glyptothamnus*, *Hemiphyllanthus* Müll. Arg., *Omphacodes* G.L. Webster, *Orbicularia* (Baill.) Griseb., *Oxalistylis* Baill., *Thamnocharis* G.L. Webster, *Williamia* Baill. e *Xylophylla* (L.) Baill.).

A seção *Phyllanthus* é composta por cinco subseções americanas: *Almadenses*, *Clausseniani*, *Niruri* e *Swartziani*, com cerca de 30 espécies brasileiras, e *Pentaphylli*, representada por espécies endêmicas do Caribe (Webster 2002b).

Nielsen (1979, *apud* Kathriarachchi *et al.* 2006) enfatizou que a incerteza da taxonomia infragenérica deve-se à alta diversidade e à ampla distribuição do gênero.

Phyllanthus inclui ervas, arbustos ou árvores, monóicas ou dióicas, anuais ou perenes, terrestres ou aquáticas; folhas inteiras, alternas, estipuladas, às vezes presentes apenas nas plantas jovens, caules às vezes modificados em cladódios; inflorescências cimosas, em címulas unissexuais ou bissexuais; disco nectarífero segmentado ou não; estames (2-)3-5(-15); filetes e anteras livres ou unidas, rimosas; grãos de pólen

esféricos, prolatos, colporados a porados; flores pistiladas monoclamídeas; sépalas 4-6; disco nectarífero inteiro, ovário 3-locular; óvulos 2 por lóculo; estiletos 3, livres ou unidos na base, geralmente divididos; fruto cápsula septicida, raramente baga ou drupa; sementes geralmente 2 por lóculo, triangulares em seção transversal (Carneiro-Torres *et al.* 2003, Silva & Sales 2003, Ulysséa & Amaral 1997).

O padrão de ramificação, que pode ser filantóide ou não filantóide, é um dos atributos mais utilizados pelos sistematas atuais para separação dos grupos dentro de *Phyllanthus* (Webster 1956, 1958, 1967, 1970, 1986, Rossignol *et al.* 1987, Hunter & Bruhl 1997). O primeiro padrão é encontrado em mais da metade das espécies do gênero, principalmente nos táxons herbáceos, e caracteriza-se por apresentar ramos ortotrópicos, em geral decíduos, dispostos espiraladamente ao longo do ramo principal ou de suas ramificações e catafilos, em número de três, no ponto de inserção de cada ramificação. Já no segundo padrão, os ramos são variadamente ramificados, persistentes, não ortotrópicos e os catafilos são ausentes (Silva & Sales 2003).

Dentre as contribuições mais importantes para a taxonomia do gênero *Phyllanthus* destacam-se os estudos de Webster (1957, 1967, 1970, 2003), Brunel & Roux (1981) e Rossignol *et al.* (1987).

No Brasil o primeiro estudo do gênero foi realizado por Müller (1873) na “Flora Brasiliensis”. Posteriormente Santiago (1988) analisou nove espécies do gênero *Phyllanthus* seção *Choretropsis* ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, enquanto Webster (2002b) elaborou uma sinopse das trinta espécies brasileiras do subgênero *Phyllanthus* seção *Phyllanthus*.

Outros estudos florísticos e taxonômicos foram realizados no Brasil, como os de Allem (1977), Smith *et al.* (1988), Cordeiro (1992, 1995), Amaral & Ulysséa (1993),

Ulysséa & Amaral (1997), Silva & Sales (2003, 2007) e Cordeiro & Carneiro-Torres (2004).

Pesquisas realizadas por Webster (1956, 1967 e 1970) salientaram a dificuldade da utilização dos caracteres florais na taxonomia do gênero, devido ao tamanho reduzido das flores, sugerindo a utilização da ornamentação das sementes na identificação das espécies. Silva & Sales (2003), tratando das espécies da caatinga de Pernambuco, diferenciaram, com base na ornamentação das sementes, 11 espécies de *Phyllanthus* em cinco tipos: estriado (*P. amarus* Schumach. & Thonn., *P. stipulatus* (Raf.) G.L. Webster e *P. minutulus* Müll. Arg.), reticulado (*P. klotzschianus* Müll. Arg.), verruculoso (*P. niruri* L., *P. heteradenius* Müll. Arg., *P. tenellus* Roxb., *P. caroliniensis* subsp. *caroliniensis* e *P. clausenii*), maculado (*P. acuminatus* Vahl) e foveolado (*P. jacobiniensis* Müll. Arg.).

Machado *et al.* (2006) realizaram estudos sobre o padrão de ornamentação das sementes de seis espécies herbáceas de *Phyllanthus*, utilizando microscopia eletrônica de varredura, demonstrando a importância desse caráter no diagnóstico e na identificação das espécies *Phyllanthus amarus*, *P. caroliniensis* Walter, *P. niruri*, *P. stipulatus*, *P. tenellus* e *P. urinaria* L.

Com relação à importância econômica, poucos representantes de *Phyllanthus* são utilizados como ornamentais (*e.g.* *P. ephyllanthus* L.), entretanto, apesar de não serem comumente cultivadas, algumas espécies do gênero possuem grande potencial paisagístico, entre elas *P. angustissimus* Müll. Arg., *P. flagelliformis* Müll. Arg., *P. gladius* Müll. Arg., *P. klotzschianus* Müll. Arg. e *P. spartioides* Müll. Arg. (Carneiro-Torres *et al.* 2003). *Phyllanthus fluitans* Benth. ex Müll. Arg. também conhecida como “orelha-de-onça” é o único representante aquático do gênero, sendo utilizado por aquaristas

em todo o mundo. Muitas espécies do gênero *Phyllanthus* são conhecidas como ervas daninhas ou plantas ruderais (Ulysséa & Amaral 1997).

Phyllanthus amarus, *P. niruri*, *P. tenellus* e *P. urinaria*, segundo Lorenzi & Matos (2002) conhecidas no Brasil como “quebra-pedra”, “arrebenta-pedra” ou “erva-pombinha”, são reconhecidas popularmente por suas propriedades diuréticas. Mais recentemente foi descoberta atividade anti-viral, com possíveis aplicações no tratamento da hepatite-B e câncer em várias espécies do gênero. Já as raízes de *P. diffusus* Klotzsch são utilizadas no combate à icterícia (Pio-Corrêa 1969).

Marchini *et al.* (2001) mencionaram que *Phyllanthus corcovadensis* Müll. Arg. é visitada por abelhas *Apis mellifera* L. e, desta forma, poderia ser uma espécie interessante para a apicultura. Já *Phyllanthus bourgeoisii* Baill. e *P. aeneus* Baill., segundo Kawakita & Kato (2004), são polinizadas por mariposas de hábito noturno.

A grande variedade de caracteres polínicos observados no gênero *Phyllanthus* permite a utilização do pólen como auxiliar na determinação das relações filogenéticas, uma vez que várias seções do gênero *Phyllanthus* apresentam certo grau de similaridade entre elas (Webster 1956, 1958).

Para *Phyllanthus* foram apresentados dados polínicos nos trabalhos de Erdtman (1952), Webster (1956, 1958, 2002b, 2003, 2004), Punt (1962, 1967, 1980, 1986, 1987), Köhler (1965, 1967), Bor (1979), Meewis & Punt (1983), Lobreau-Callen *et al.* (1988), Halbritter & Hesse (1995) e Sagun & van der Ham (2003). No Brasil, entretanto, são poucos os trabalhos sobre morfologia polínica desse gênero, podendo-se listar os de Campos (1996), Webster & Carpenter (2002), Cordeiro & Carneiro-Torres (2004) e Santiago *et al.* (2004).

Erdtman (1952) e Punt (1962), salientaram a necessidade da utilização de dados palinológicos na reavaliação taxonômica da subdivisão das Euphorbiaceae *s.l.*

Erdtman (1952) foi o primeiro a mostrar a importância da morfologia polínica nas relações de parentesco dentro do gênero *Phyllanthus*, posteriormente apontada também por Webster (1956, 1958), Punt (1962, 1967) e Köhler (1965, 1967).

Os subgêneros *Botryanthus* G.L. Webster, *Cicca*, *Conami*, *Eriococcus*, *Isocladus*, *Kirganelia*, *Phyllanthus* e *Xylophylla* do gênero *Phyllanthus* foram estudados palinologicamente por Punt (1987), sob microscópio eletrônico de varredura. O autor observou grãos de pólen inaperturados, colporados, pantoporados e ornamentação pilada, reticulada a birreticulada.

Webster & Carpenter (2002) estudaram a morfologia polínica de 22 espécies neotropicais dos seguintes subgêneros de *Phyllanthus*: *Conami*, *Cyclanthera*, *Emblica*, *Gomphidium*, *Isocladus*, *Kirganelia*, *Phyllanthus* e *Xylophylla*, sob microscopia eletrônica de varredura, apresentando uma visão geral, especialmente da morfologia da abertura (com grãos porados, pantoporados, colporados ou diploporados) e da ornamentação da exina (pilada, reticulada, rugulada ou clipeada). Ao estudar seis espécies amazônicas da seção *Hylaeanthus*, do subgênero *Conami*, Webster (2004) observou que os representantes desta seção apresentam tendência ao dioecismo, grãos de pólen com exina pilada e frutos indeiscentes.

Cordeiro & Carneiro-Torres (2004) descreveram uma nova espécie, encontrada na Chapada Diamantina, pertencente à subseção *Clausseniani* - *Phyllanthus gongyloides* Cordeiro & Carneiro-Torres - caracterizada por apresentar grãos de pólen 4-colporados e exina reticulada.

Santiago *et al.* (2004) estudaram, sob microscopia óptica e eletrônica de varredura, oito espécies endêmicas do Brasil, todas representantes da seção *Choretropsis*, e consideraram que todas enquadravam-se em apenas um tipo polínico, subdividido em dois subtipos: (1º) grãos de pólen com colpos estreitos, com margem,

endoaberturas lalongadas e retículo com muros retilíneos e (2º) grãos de pólen com colpos largos, sem margem, endoaberturas circulares e retículo com muros curvilíneos.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a morfologia polínica de 30 espécies do gênero *Phyllanthus* ocorrentes no Brasil, pertencentes aos subgêneros *Conami*, *Isocladus* e *Phyllanthus*, visando avaliar se os dados morfo-polínicos permitem o reconhecimento das espécies ou grupos de espécies, dando, dessa forma subsídios para a taxonomia do gênero, principalmente na sua delimitação infragenérica, bem como para ciências afins que utilizam dados morfo-palinológicos.

2. Material e Métodos

2.1. Material

Tomando-se por base os trabalhos de Müller (1873) e Webster (2002a, b), foram estudados os grãos de pólen de 30 espécies representativas de *Phyllanthus* subgêneros *Conami* (Aubl.) G.L. Webster, *Isocladus* G.L. Webster e *Phyllanthus*.

Phyllanthus subgênero *Conami* (Aubl.) G.L. Webster

Seção *Nothoclema* G.L. Webster

P. acuminatus Vahl

Phyllanthus subgênero *Isocladus* G.L. Webster

Seção *Antipodanthus* G.L. Webster

P. dawsonii Steyerm.

P. pinifolius Baill.

P. ramillosus Müll. Arg.

P. rosmarinifolius Müll. Arg.

Seção *Loxopodium* G.L. Webster

P. caroliniensis Walter

Seção *Paraphyllanthus* Müll. Arg.

P. bahiensis Müll. Arg.

Phyllanthus subgênero *Phyllanthus*

Seção *Phyllanthus*

P. avicularis Müll. Arg.

Subseção *Almadenses* G.L. Webster

P. almadensis Müll. Arg.

Subseção *Clausseniani* G.L. Webster

P. acutifolius Poir. ex Spreng.

P. arenicola Casar.

P. caparaoensis G.L. Webster

P. clausenii Müll. Arg.

P. fastigiatus Mart. ex Müll. Arg.

P. glaziovii Müll. Arg.

P. heteradenius Müll. Arg.

P. hypoleucus Müll. Arg.

P. piranii G.L. Webster

P. submarginatus. Müll. Arg.

Subseção *Niruri* G.L. Webster

P. niruri L.

P. perpusillus Baill.

P. rosellus Müll. Arg.

Subseção *Swartziani* G.L. Webster

P. amarus Schumach. & Thonn.

P. debilis Klein ex Willd.

P. leptophyllus Müll. Arg.

P. lindbergii Müll. Arg.

P. minutulus Müll. Arg.

P. stipulatus (Raf.) G.L. Webster

Seção “*Salviniopsis*”

P. fluitans Benth. ex Müll. Arg.

Seção *Pentandra* G.L. Webster

P. tenellus Roxb.

O material polínico foi obtido de botões florais de exsicatas e/ou duplicatas, depositadas nos seguintes herbários, cujos acrônimos seguem o *Index Herbariorum* (Holmgren & Holmgren 1998):

- HUEFS - Herbário, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, BA.
- SP - Herbário do Estado, “Maria Eneyda P. Kauffman Fidalgo”, Instituto de Botânica, São Paulo, SP.
- SPF - Herbário, Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- UB - Herbário, Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- UEC - Herbário, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- NY - The New York Botanical Gardens, New York, USA.

Para cada espécie foi estudado, sempre que possível, até cinco espécimes para confirmação dos dados obtidos, sendo um deles considerado como material padrão para caracterização da morfologia polínica, medidas e ilustração. Os outros espécimes foram utilizados como materiais de comparação.

Segue abaixo, em ordem alfabética, a listagem de todo material examinado, estando os espécimes-padrões indicados por um asterisco.

Phyllanthus acuminatus: BRASIL. MINAS GERAIS: Conceição do Mato Dentro, 6-XI-1980, *J.R. Piranii et al. s.n.* (SP259146); Fazenda Buriti, 3-XII-1994, *G.M. Araújo et al.*

1053 (SP); Santana do Riacho, Serra do Cipó, 13-XI-1984, *G.L. Esteves et al. s.n.* (SP259109); idem, Conceição do Mato Dentro, 2-III-2001, *M.C. Amaral et al. s.n.* (SP259736). PERNAMBUCO: Brejo da Madre de Deus, Mata do Malhada, 28-IV-2000, *L.M. Nascimento & A.G. Silva 413* (SP)*.

Phyllanthus acutifolius: BRASIL. SÃO PAULO: São José do Barreiro, 30-IV-1926, *F.C. Hoehne s.n.* (SP17645)*.

Phyllanthus almadensis: BRASIL. BAHIA: Itabuna, Pedro Jerônimo, 18-X-1980, *T.S. Santos 3614* (SP)*.

Phyllanthus amarus: BRASIL. BAHIA: Ilhéus, *L.C.B. Costa 89* (HUEFS). GOIÁS: Santa Tereza de Goiás, 25-XII-1969, *G. Eiten & L.T. Eiten 9991* (SP)*. MARANHÃO: Barra do Corda, 15-I-1970, *G. Eiten & L.T. Eiten 10319* (SP). MINAS GERAIS: Miguel Burnier, 31-I-1921, *F.C. Hoehne s.n.*(SP4975).

Phyllanthus arenicola: BRASIL. ESPÍRITO SANTO: Santo Vale do Canaã, 1-II-1969, *D. Lucre & P.I.S. Braga 4577* (SPF). MINAS GERAIS: Miguel Burnier, 31-I-1921, *F.C. Hoehne s.n.* (SPF164900); Santana do Riacho, 12-I-1981, *L. Rossi et al. s.n.* (UEC48508). RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro, 4-V-1964, *W. Hoehne 5705* (UEC)*, idem, 24-X-1964, *W. Hoehne 5874* (SP).

Phyllanthus avicularis: BRASIL. MINAS GERAIS: Grão Mogol, 28-II-1983, *I. Cordeiro & E. Simonis s.n.* (SP259008); Grão Mogol, Vale do Rio Itacambiruçu, 14-VI-1990, *J.R. Piranii et al. s.n.* (SP259150); idem, 5-IX-1986, *I. Cordeiro & R. Mello-Silva s.n.* (SPF44597)*; idem, 6-XI-1987, *I. Cordeiro et al. s.n.* (SP259102).

Phyllanthus bahiensis: BRASIL. BAHIA: Ilhéus, Fazenda Theobroma, 17-III-1988, S. Ginzburg & L.A. Mattos-Silva 771 (SP)*.

Phyllanthus caparaoensis: BRASIL. MINAS GERAIS: Rio Manhuaçu, 20-X-1969, E.P. Heringer 11912 (UB)*.

Phyllanthus caroliniensis: BRASIL. BAHIA: Ilhéus, 28-I-1986, J.L. Hage & H.S. Brito 1843 (SP)*. MINAS GERAIS: Paraisópolis, 23-IV-1927, F.C. Hoehne s.n. (SP19172); Pouso Alegre, 27-IV-1927, F.C. Hoehne s.n. (SP19204). MATO GROSSO: Barra do Garças, Serra do Roncador, 4-XI-1968, G. Eiten & L.T. Eiten 9065 (SP).

Phyllanthus claussenii: BRASIL. BAHIA: Abaíra, 26-XII-1992, W. Ganev 1751 (SP); idem, Brejo do Engenho, 27-XII-1992, D.J.N. Hind et al. 50461 (SP). MINAS GERAIS: P.N. Caparaão, Córrego do Inácio, 12-XII-1988, L. Krieger et al. 23301 (SP)*; Santana do Riacho, 24-III-1982, I. Cordeiro et al. s.n. (UEC48515). PERNAMBUCO: Arco Verde, Serra das Varas, 22-III-1988, A. Chioppeta 938 (SP).

Phyllanthus dawsonii: BRASIL. GOIÁS: Alto Paraíso de Goiás, Chapada dos Veadeiros, 6-II-1987, J.R. Pirani et al. 1662 (SP); idem, 7-II-1987, J.R. Pirani et al. 1742 (SP); idem, 19-XI-1987, I. Cordeiro et al. 383 (SP); Cavalcante, Chapada dos Veadeiros, 8-II-1987 C.B. Toledo et al. 263 (SP)*.

Phyllanthus debilis: BRASIL. RIO DE JANEIRO: Rio de Janeiro, Morro da Babilônia, F.C. Hoehne 1914 (SP)*.

Phyllanthus fastigiatus: BRASIL. s. estado: s.m., s. data, *O Pinto s.n.* (SP18540)*.

Phyllanthus fluitans: BRASIL. AMAZONAS: Manaus, 8-VIII-1974, *O. Yano s.n.* (SP156245)*. MATO GROSSO DO SUL: Campo Grande, 6-VII-1991, *U.M. Resende 481* (SP).

Phyllanthus glaziovii: BRASIL. MINAS GERAIS: Serra de Ibitipoca, Ibitipoca, 2-XI-1973, *L. Krieger 13188* (SP). PARANA: Piraquara, 12-X-1947, *G. Hatschbach 771* (SP); idem, 3-XII-1970, *G. Hatschbach 25729* (NY). Morretes, Parque Serra do Marumbi, 18-II-1982, *G. Hatschbach 44589* (NY); Morretes, Parque Pico do Marumbi, 20-XI-1999, *C. Kozera & I. Isernhagem 1335* (UEC)*. SÃO PAULO: Paranapiacaba, 9-IV-1948, *M. Kuhlman 3195* (SP).

Phyllanthus heteradenius: BRASIL. BAHIA: Iaçú, Morro da Garrafa, 22-II-1997, *E. Melo et al. 2074* (SP); Itatim, 25-I-1997, *E. Melo et al 1927* (SP)*.

Phyllanthus hypoleucus: BRASIL. ESPIRITO SANTO: Serra Estação Biológica do Mestre Álvaro, 21-11-1982, *J.R. Pirani 167* (SP)*.

Phyllanthus leptophyllus: BRASIL. MINAS GERAIS: Pico do Itabirito, Itabirito, 18-I-94, *W.A. Teixeira s.n.* (SP277226)*.

Phyllanthus lindbergii: BRASIL. GOIÁS: Divinópolis de Goiás, 19-VIII-1990, *T.B. Cavalcanti et al 728* (SP)*. S. ESTADO, s. mun., s.data, *J. Steyermark 125771* (NY).

Phyllanthus minutulus: BRASIL. AMAZONAS: Barcelos, 20-VII-1985, I. Cordeiro 236 (NY). GOIÁS: Paraíso do Norte de Goiás, 28-XII-69, G. Eiten & L.T. Eiten 10075 (SP)*. MATO GROSSO: Santa Terezinha, Luciara, 15-XII-1969, J.R. Mattos 15594 (SP). MINAS GERAIS: Santana do Riacho, 9-I-1981, M.C.Henrique et al. 6893 (UEC) TOCANTINS: Gurupi, 26-XII-69, G. Eiten & L.T. Eiten 10008 (SP).

Phyllanthus niruri: BRASIL. MARANHÃO: Loreto, Ilha de Balsas, 26-IV-1962, G. Eiten & L.T. Eiten 4376 (SP). MATO GROSSO DO SUL: Corumbá, 1-X-1984, G.L. Webster 25323 (UEC); idem, s. data, G.L. Webster & A. Pott s.n. (UEC40560). SÃO PAULO: Campos do Jordão, Parque Estadual de Campos de Jordão, 27-II-2002, I. Cordeiro 2774 (SP)*.

Phyllanthus perpusillus: BRASIL. MATO GROSSO: Chapada dos Guimarães, 29-I-1989, S.M.S. Verardo 23934 (SP)*.

Phyllanthus pinifolius: BRASIL. MINAS GERAIS: Parque Nacional Caparaó, Terreirão, 30-IV-1989, L. Krieger et al. 24028 (SP)*; Serra do Caparaó 7-VII-1976, P.L.K. s.n. (SP366482); idem, 29-IX-1977, L. Krieger & E.M. Leise s.n. (SP366433).

Phyllanthus piranii: BRASIL. ESPIRITO SANTO: Conceição do Castelo, 24-XI-1982, J.R. Pirani 230 (SPF).

Phyllanthus ramillosus: BRASIL. RIO GRANDE DO SUL: Espumoso Boron, IX-1998, M. Sobral et al. 8676 (SP)*.

Phyllanthus rosellus: BRASIL. MINAS GERAIS: Lima Duarte, Parque Estadual da Serra Ibitipoca, R.C. Forzza 3115 (SPF)*.

Phyllanthus rosmarinifolius: BRASIL. RIO DE JANEIRO: Rio de Janeiro, 16-IV-1966, T.H. Kyrkbride Junior et al. s.n. (SP121481)*.

Phyllanthus stipulatus: BRASIL. BAHIA: Correntina, 23-IV-1980, R.M.Harley et al. 21689 (NY); Santa Cruz Cabralia, Estação Ecológica Pau Brasil, 23-VII-1984, G.L. Webster 25018 (HUEFS). MATO GROSSO: Barra do Garças, Xavantina, 11-VI-1966, D.R. Hunt & J.F. Ramos 5936 (SP)*; Pantanal, VIII-1980, L. Rossi & I. Cordeiro s.n. (SPF16716). MATO GROSSO DO SUL: Brasilândia, 26-XI-1992, E.L. Catharino et al. 1816 (SP). PARA: s. mun., 11-II-1980, T. Plowmann 8715 (NY).

Phyllanthus submarginatus: BRASIL. BAHIA: Santa Teresinha, Serra da Giboia, 24-II-2000, J.G. Jardim et al. 2806 (NY). MINAS GERAIS: Belo Horizonte Fazenda Baleia, 19-I-1943, A.P. Viegas & Melo Barreto s.n. (SP49372); Caparão, Parque Nacional Vale Verde, 5-IV-1996, L.S. Leoni 3268 (SP). PARANÁ: Tibagi, 29-III-1953, G. Hatschbach 3072 (SP). RIO DE JANEIRO: Rio de Janeiro, Corcovado, 6-II-1964, W. Hoehne 5560 (SP)*; Parque Nacional da Tijuca, 27-X-1984, G.L. Webster 25434 (HUEFS), idem, Morro Babilônia, X-1914, F.C. Hoehne s.n. (SP25069).

Phyllanthus tenellus: BRASIL. MATO GROSSO DO SUL: Campo Grande, 10-I-1990, D.S. Pereira s.n. (SP327978)*. RIO DE JANEIRO: Rio de Janeiro, Morro de São João, I-1914, F.C. Hoehne 291 (SP).

2.2. Métodos

Para análise da morfologia polínica das espécies dos subgêneros *Conami*, *Isocladius* e *Phyllanthus* do gênero *Phyllanthus*, foram utilizadas anteras de pelo menos duas flores do mesmo espécime, próximas à antese, com o propósito de obter uma amostra significativa de material polínico, de acordo com o estabelecido por Salgado-Labouriau *et al.* (1965).

2.2.1. Microscopia óptica

Para a preparação do material polínico foi empregado o método de acetólise de Erdtman (1960) acrescido das modificações citadas em Melhem *et al.* (2003).

2.2.1.1. Acetólise

O método de acetólise consiste na hidrólise ácida aplicada aos grãos de pólen, através de uma mistura de anidrido acético e ácido sulfúrico, na proporção de 9:1. Por serem corrosivos estes reagentes degradam os tecidos orgânicos e o protoplasma dos grãos de pólen, tornando a exina transparente e com aspecto de grão fossilizado, o que torna possível analisar o tipo e o número de aberturas e também a estrutura e a escultura da exina. O tempo durante o qual os grãos de pólen ficaram imersos na mistura acetolítica, em banho-maria, a 100 °C, variou de 1 min. 10 seg. a 4 min.

Os grãos de pólen acetolisados foram montados entre lâminas e lamínulas com gelatina glicerinada e seladas com parafina fundida. Posteriormente as lâminas foram observadas ao microscópio óptico para que fossem tomadas as medidas necessárias.

Estas lâminas foram incluídas na Palinoteca da Seção de Dicotiledôneas do Instituto de Botânica de São Paulo.

2.2.1.2. Medidas dos grãos de pólen

Os grãos de pólen foram medidos dentro do prazo máximo de uma semana, para evitar possíveis problemas de intumescimento, que podem ocorrer com o passar do tempo (Melhem & Matos 1972, Salgado-Labouriau 1973).

No material padrão foram medidos os diâmetros polar e equatorial, em vista equatorial, em 25 grãos de pólen, tomados ao acaso e distribuídos em pelo menos três lâminas, visando a uniformidade da amostra (Salgado-Labouriau *et al.* 1965). Para as medidas dos outros caracteres como abertura, espessura das camadas da exina, tamanho dos lumens, bem como dos diâmetros dos materiais de comparação, foram feitas sempre que possível 10 medidas. Os lumens dos grãos de pólen microrreticulados e reticulados foram contados e medidos, no mesocólpo, em 10 grãos de cada espécie, em uma área pré-determinada de 25 μm^2 . Os poros de *Phyllanthus bahiensis* foram contados em 10 grãos de pólen, em uma área pré-determinada de 190 μm^2 . Ambos procedimentos foram realizados com o auxílio do programa Image Pro-Plus versão 3, para Windows, a seguir foi calculada a média de poros existentes na área delimitada; este método foi escolhido por ser difícil contar os poros que ficam no contorno do pólen ou próximos a este.

Nas lâminas, os grãos de pólen caíram preferencialmente em vista equatorial, o que dificultou a análise dos dados quantitativos em vista polar.

Todas as medidas foram feitas em um microscópio binocular Olympus BX50 com auxílio de uma ocular micrométrica OSM-4 (10x) de fio móvel e com tambor giratório.

2.2.2. Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Para uma análise mais detalhada da ornamentação da exina e da forma das aberturas dos grãos de pólen, pelo menos uma espécie de cada seção dos subgêneros *Conami*, *Isocladus* e *Phyllanthus*, foram selecionadas para análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV).

A técnica utilizada para o estudo da morfologia polínica, em microscopia eletrônica de varredura seguiu Melhem *et al.* (2003), para grãos de pólen não acetolisados.

2.2.3. Tratamento estatístico

Foram feitos tratamentos estatísticos e dada a faixa de variação, sendo calculados: a média aritmética (\bar{x}), o desvio padrão da média (s_x), o desvio padrão da amostra (s) e o coeficiente de variabilidade (V). Nos casos em que foram tomadas 10 ou menos medidas, calculou-se, apenas a média aritmética.

Para comparar duas médias, utilizou-se o intervalo de confiança (IC) a 95% (Vieira 1981), esses dados foram representados em gráficos utilizando-se o programa MINITAB, versão 14, para Windows.

Para avaliar se o conjunto de todas as medidas permite separar as espécies entre si, foi utilizada a análise de componentes principais (PCA). Tal análise foi realizada com a utilização inicialmente do programa FITOPAC (Shepherd 1996), para a transformação das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural [$\log(x+1)$], e posteriormente, o programa PC-ORD, versão 7 para Windows (McCane &

Mefford 1999) para a ordenação a partir de matriz de covariância. As medidas utilizadas na PCA foram aquelas obtidas a partir do material padrão.

2.2.4. Ilustrações

Os grãos de pólen acetolisados foram fotografados digitalmente com o auxílio de um microscópio Olympus BX50, com uma câmera de vídeo (SONY Câmera adaptador CMA-D2) acoplada e um microcomputador PC, empregando o programa Image Pro-Plus versão 3.0, para Windows. Os grãos de pólen não acetolisados foram fotografados digitalmente no microscópio eletrônico de varredura (MEV) modelo PHILIPS XL Séries XL 20, S/W. A partir destas imagens foram elaboradas pranchas para ilustração dos grãos de pólen analisados.

2.2.5. Terminologia e descrições polínicas

Para a caracterização dos grãos de pólen foram adotadas as nomenclaturas palinológicas de Barth & Melhem (1988) e de Punt *et al.* (2007). Para a descrição da ornamentação da espécie *Phyllanthus bahiensis* foi utilizada a nomenclatura de Halbritter *et al.* (2006)

As descrições polínicas seguiram a seqüência proposta por Barth & Melhem (1988) onde são considerados o tamanho, âmbito, forma, número e o tipo das aberturas, a estrutura e ornamentação da exina. As descrições morfopolínicas serão apresentadas por tipo polínico. As tabelas e as ilustrações serão apresentadas ao final das descrições de cada tipo.

3. Resultados

As 30 espécies de *Phyllanthus*, aqui analisadas, foram classificadas de acordo com o tipo de abertura em dois grupos polínicos: porados e colporados. A variação do número de aberturas, dentro do tipo colporado, permitiu a descrição de dois subtipos e, dentro deste, o número e a forma das endoaberturas constituíram-se em elementos importantes na caracterização dos grãos de pólen de algumas espécies.

3.1. Grãos de pólen porados

Espécie estudada:

P. bahiensis (figuras 1-5, tabela 1)

Grãos de pólen de tamanho pequeno (tabela 1); apolares; circulares; pantoporados; clipeados (figuras 4-5).

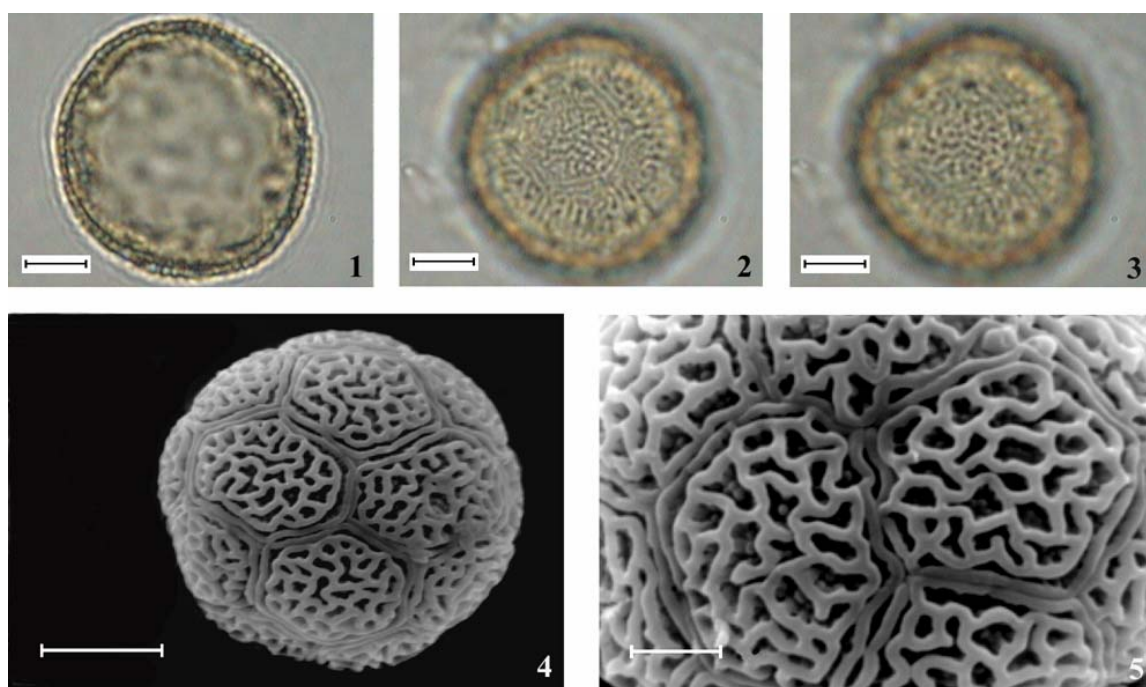
Aberturas: pantoporadas, ca. de 6 poros/190 μm^2 , poros circulares, com margem, localizados na intersecção das áreas poligonais da sexina, visíveis, apenas, em microscopia óptica (figuras 1-3).

Exina: clipeada, ou seja, a exina apresenta áreas poligonais ou circulares, ornamentadas, separadas por canais (figuras 4-5). Nas regiões ornamentadas a sexina é semitectada, reticulada, heterobrocada, lumens com formas variadas, muros simplescolumelados, columelas longas, sexina mais espessa que a nexina.

Sob microscopia eletrônica de varredura observa-se lumens heterogêneos, em tamanho e forma, preenchidos por granulações e/ou báculos livres, muros psilados, estreitos, sinuosos, contínuos ou interrompidos (figura 5). As áreas da sexina são separadas dos canais por muros psilados, retilíneos formando polígonos (figuras 4-5).

Tabela 1. Dados quantitativos dos grãos de pólen de *Phyllanthus bahiensis*.

Grandezas		
Diâmetro I	Faixa de variação (μm)	18,75-24,13
	$x \pm s_x$ (μm)	22,38 \pm 0,26
	s (μm)	1,30
	V %	5,79
	IC (μm)	21,84-22,92
Diâmetro II	Faixa de variação (μm)	19,75-25,50
	$x \pm s_x$ (μm)	22,55 \pm 0,26
	s (μm)	1,28
	V %	5,69
	IC (μm)	22,01-23,09
DI/DII		0,99
Poros		
Comprimento	x (μm)	1,79
Largura	x (μm)	1,70
Margem	x (μm)	0,94
Exina	x (μm)	1,91
Sexina	x (μm)	1,15
Nexina	x (μm)	0,72
Teto	x (μm)	0,42



Figuras 1-5. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus bahiensis*. 1. Corte óptico. 2-3. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 4. Vista geral (MEV). 5. Detalhe da ornamentação (MEV). Escalas: figura 5 = 2 μm ; figuras 1-4 = 5 μm .

3.2. Grãos de pólen colporados

Os grãos de pólen colporados apresentaram certa variabilidade quanto ao número de cólporos, dessa forma foi possível distinguir, segundo a predominância numérica das aberturas, os seguintes subtipos: grãos de pólen 3-colporados e grãos de pólen 4-colporados

3.2.1. Grãos de pólen 3-colporados

Os grãos de pólen 3-colporados, tomando por base o número de endoaberturas, foram subdivididos em dois grupos: cólporos com uma endoabertura e cólporos com duas endoaberturas (3-diploporados)

3.2.1.1. Grãos de pólen 3-colporados, com uma única endoabertura em cada colpo

Espécies estudadas:

P. amarus (figuras 6-10, tabelas 2-6)

P. debilis (figuras 11-14, tabelas 2-5)

P. fluitans (figuras 15-18, tabelas 2-6)

P. lindbergii (figuras 19-24, tabelas 2-6)

P. minutulus (figuras 25-32, tabelas 2-6)

P. stipulatus (figuras 33-38, tabelas 2-6)

Grãos de pólen de tamanho pequeno-médio (*P. minutulus*) a médio; isopolares; subprolatos (*P. fluitans*, *P. minutulus*) a prolatos; âmbito subcircular (figura 6); 3-colporados; exina microrreticulada a reticulada.

Aberturas: 3-colporadas; colpos longos, estreitos ou não (*P. amarus*, *P. debilis*, tabela 3), constrictos (*P. amarus*, *P. debilis*, figuras 7, 11) ou não, com margem, endoaberturas lalongadas, elípticas (*P. amarus*, *P. debilis*, *P. minutulus*, figuras 11, 26) ou retangulares (*P. fluitans*, *P. lindbergii* e *P. stipulatus*, figuras 15, 19, 33), sem constrição a levemente constrictas (*P. debilis*), com costa; com membrana apertural granulada (*P. stipulatus*) ou não.

Em *P. amarus* (figura 7) as extremidades da endoabertura são de difícil visualização dando, às vezes, a impressão de serem circulares.

Sob MEV observa-se que os colpos de *P. stipulatus* (figura 38) são recobertos por membrana ornamentada

O espécime padrão *T.B.Cavalcanti et al. 728* de *P. lindbergii*, apresentou 99% de grãos de pólen 3-colporados e 1% de grãos 4-colporados.

Exina: semitectada, sexina microrreticulada (*P. amarus*, *P. debilis*), reticulada, heterobrocada, muros psilados, retos; exina mais espessa na região do mesocolpo quando comparada com a região polar (tabela 4). Na região do pólo a sexina apresenta-se mais espessa que a nexina, enquanto que na região do mesocolpo, a sexina é mais delgada que a nexina, a qual se subdivide em nexinas 1 (mais espessa) e 2 (menos espessa).

Sob MEV observa-se nos grãos de pólen de *P. lindbergii* (figura 20) exina reticulada com lumens maiores na região próxima das aberturas e menores na região do mesocolpo nota-se, ainda, a presença de raras perfurações (figura 24). Em *P. minutulus* (figuras 31-32) nota-se que os lumens dos retículos apresentam forma e tamanho

variados tanto na região polar quanto na região do equador. *P. stipulatus* (figuras 34, 38) apresenta teto levemente ondulado formando pequenas depressões, no fundo das quais se localizam os lumens; estes diminuem próximos às aberturas.

Na tabela 5 observa-se que o retículo diferencia-se nas espécies 3-colporadas em dois grupos os que apresentam número de lumens $\geq 28/25 \mu\text{m}^2$ (*P. amarus*, *P. debilis*) e os com número de lumens $\leq 27/25 \mu\text{m}^2$ (*P. fluitans*, *P. lindbergii*, *P. minutulus*, *P. stipulatus*).

A tabela 6 mostra que nos espécimes de comparação *F.C. Hoehne s.n.* (SP4975) de *P. amarus*; *I. Cordeiro 236* e *G. Eiten & L.T. Eiten 10008* de *P. minutulus*, a forma dos grãos de pólen é prolata divergindo daquela dos espécimes-padrão que são subprolatos (tabela 2).

Nas espécies em que foi possível analisar espécimes de comparação (tabela 6), a relação entre as medidas dos materiais padrão e de comparação foram as seguintes:

a. em *P. amarus* (*L.C.B. Costa 89*) todos os valores dos diâmetros, em vista equatorial, encontram-se dentro do intervalo de confiança;

b. em *P. fluitans* (*U.M. Resende 481*), *P. lindbergii* (*J. Steyermark 125771*), e *P. minutulus* (*G. Eiten & L. T. Eiten 10008* e *M.C. Henrique et al. 6893*) e *P. stipulatus* (*L. Rossi & I. Cordeiro s.n.*, SPF16716) todos os valores dos diâmetros em vista equatorial estão dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos materiais padrão;

c. em *P. amarus* (*G. Eiten & L.T. Eiten 10319*) e *P. stipulatus* (*R.M. Harley et al. 21689* e *T. Plowmann 8715*) as dimensões dos grãos de pólen são bem distintas e estão fora da faixa de variação.

d. em *P. amarus* (*F.C. Hoehne s.n.*, SP4975), *P. minutulus* (*I. Cordeiro 236*), e *P. stipulatus* (*G.L. Webster 25018*), apenas os valores dos diâmetros polares, em vista equatorial, estão fora da faixa de variação dos materiais padrão.

e. em *P. minutulus* (J.R. Mattos 15594) e *P. stipulatus* (E.L. Catharino et al. 1816) apenas os valores do diâmetro equatorial em vista equatorial estão fora da faixa de variação do material padrão.

Tabela 2. Medidas dos grãos de pólen 3-colporados de espécies de *Phyllanthus*, em vista equatorial e polar (n = 25). (VE = vista equatorial, VP = vista polar, FV = faixa de variação, x = média aritmética, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, V = coeficiente de variabilidade, IC = intervalo de confiança).

Grandezas		Espécies	<i>P. amarus</i>	<i>P. debilis</i>	<i>P. fluitans</i>	<i>P. lindbergii</i>	<i>P. minutulus</i>	<i>P. stipulatus</i>
Diâmetro Polar (VE)	FV (µm)		24,63-29,88	24,38-38,38	24,13-31,50	26,25-50,00	22,75-29,63	29,25-37,13
	x ± s _x (µm)		27,33 ± 0,34	27,97 ± 0,67	27,83 ± 0,33	42,43 ± 0,88	25,30 ± 0,30	31,88 ± 0,41
	s (µm)		1,71	3,37	1,65	4,39	1,48	2,06
	V %		6,24	12,03	5,93	1,89	5,84	6,47
	IC (µm)		26,63-28,03	26,59-29,35	27,15-28,51	40,62-44,24	24,68-25,92	31,03-32,73
Diâmetro Equatorial (VE)	FV (µm)		17,00-23,63	14,25-23,75	19,00-24,50	22,75-29,25	16,50-21,00	19,63-23,75
	x ± s _x (µm)		20,54 ± 0,38	18,25 ± 0,38	21,36 ± 0,25	25,19 ± 0,32	19,01 ± 0,29	21,67 ± 0,21
	s (µm)		1,88	1,88	1,26	1,59	1,46	1,03
	V %		9,16	10,32	5,88	6,33	7,68	4,74
	IC (µm)		19,76-21,32	17,47-19,03	20,84-21,88	24,53-25,85	18,41-19,61	21,24-22,10
P/E		1,35	1,53	1,30	1,68	1,33	1,47	
Diâmetro (VP)	Equatorial x (µm)		22,83	-	22,19	-	20,58	22,08

Tabela 3. Média aritmética das medidas (μm) dos colpos e endoaberturas dos grãos de pólen 3-colporados das espécies de *Phyllanthus*. (n = 10). (Compr. = comprimento, Larg. = largura, Marg. = margem).

Espécies	Colpo			Endoabertura		
	Compr.	Larg.	Marg.	Compr.	Larg.	Costa
<i>P. amarus</i>	22,50	2,83	1,21	2,79	4,44	1,04
<i>P. debilis</i>	20,72	2,81	1,06	2,13	5,66	0,88
<i>P. fluitans</i>	21,49	1,58	0,99	3,58	4,44	1,19
<i>P. lindbergii</i>	35,49	1,33	1,24	2,84	6,96	1,21
<i>P. minutulus</i>	20,30	1,29	1,05	1,74	5,03	1,19
<i>P. stipulatus</i>	26,00	1,91	1,16	2,08	8,11	1,06

Tabela 4. Média aritmética(μm) das medidas das camadas da exina dos grãos de pólen 3-colporados das espécies de *Phyllanthus* (n = 10).

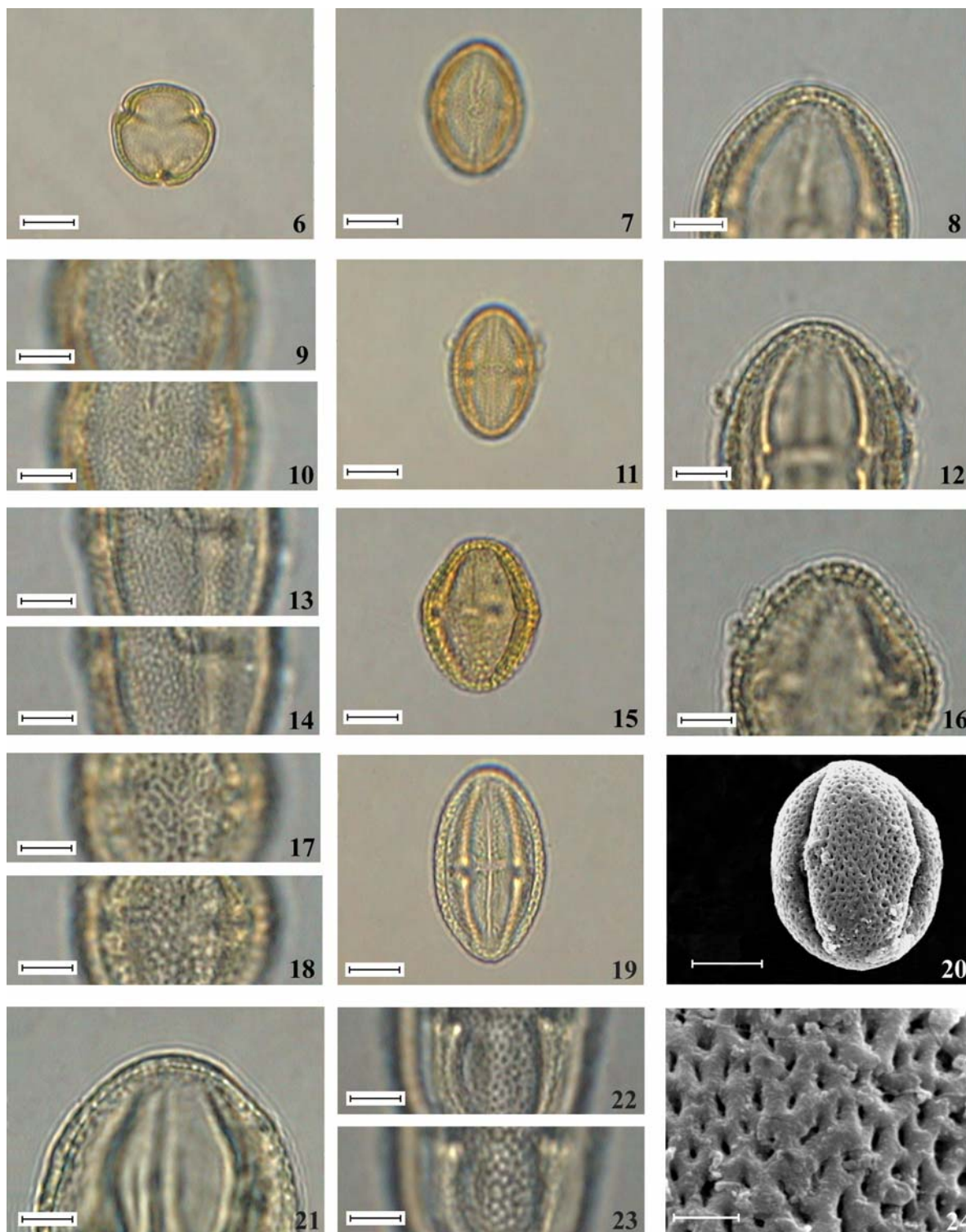
Espécies	Região do pólo				Região do mesocolpo				
	Exina	Sexina	Nexina	Teto	Exina	Sexina	Nexina 1	Nexina 2	Teto
<i>P. amarus</i>	1,73	1,04	0,69	0,44	2,88	1,40	0,78	0,68	0,43
<i>P. debilis</i>	1,87	1,15	0,71	0,49	2,73	1,18	0,93	0,60	0,48
<i>P. fluitans</i>	1,97	1,22	0,81	0,47	3,00	1,33	0,88	0,60	0,43
<i>P. lindbergii</i>	2,06	1,41	0,66	0,43	3,20	1,25	0,98	0,95	0,53
<i>P. minutulus</i>	2,00	1,25	0,71	0,48	2,75	1,43	0,68	0,58	0,45
<i>P. stipulatus</i>	1,83	1,12	0,70	0,43	2,50	0,93	0,85	0,73	0,48

Tabela 5. Dados quantitativos do retículo dos grãos de pólen 3-colporados de *Phyllanthus*.

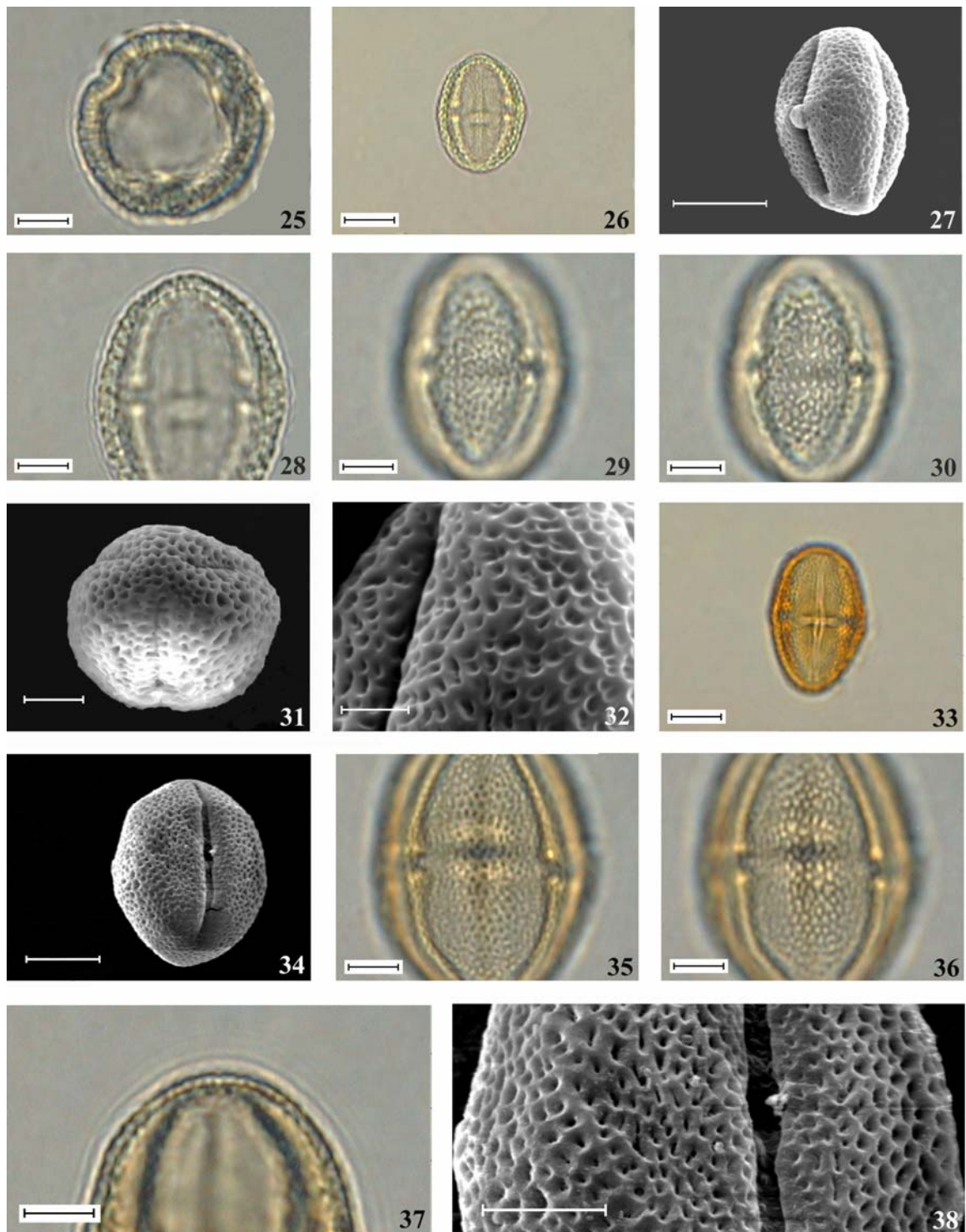
Espécies	Lúmen		Muro
	Número/25 μm^2	Diâmetro (μm)	Largura (μm)
<i>P. amarus</i>	36-44	0,26-1,00	0,17-0,24
<i>P. debilis</i>	28-43	0,15-0,92	0,20-0,44
<i>P. fluitans</i>	8-13	0,60-2,93	0,34-0,51
<i>P. lindbergii</i>	13-27	0,43-1,42	0,27-0,47
<i>P. minutulus</i>	9-12	0,38-1,60	0,27-0,40
<i>P. stipulatus</i>	14-23	0,34-1,53	0,28-0,44

Tabela 6. Medidas (μm) dos grãos de pólen 3-colporados dos materiais de comparação de *Phyllanthus*. (n = 10). (P/E = relação entre a média do diâmetro polar e a média do diâmetro equatorial, \blacksquare valor dentro do IC do espécime padrão, \blacklozenge valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão, \blacktriangle valor fora da FV, IC = intervalo de confiança, FV = faixa de variação).

Espécies/Espécimes	Vista Equatorial		P/E
	Diâmetro Polar	Diâmetro Equatorial	
<i>P. amarus</i>			
<i>L.C.B. Costa 89</i>	26,79 \blacksquare	20,68 \blacksquare	1,30
<i>G. Eiten & L.T. Eiten 10319</i>	36,11 \blacktriangle	27,25 \blacktriangle	1,33
<i>F.C. Hoehne s.n. (SP4975)</i>	31,58 \blacktriangle	22,05 \blacklozenge	1,43
<i>P. fluitans</i>			
<i>U.M. Resende 481</i>	27,64 \blacksquare	23,24 \blacklozenge	1,19
<i>P. lindbergii</i>			
<i>J. Steyermark 125771</i>	36,78 \blacklozenge	23,99 \blacklozenge	1,53
<i>P. minutulus</i>			
<i>I. Cordeiro 236</i>	30,33 \blacktriangle	20,47 \blacklozenge	1,48
<i>G. Eiten & L.T. Eiten 10008</i>	25,38 \blacksquare	17,79 \blacklozenge	1,43
<i>M.C. Henrique et al. 6893</i>	23,49 \blacklozenge	19,60 \blacksquare	1,20
<i>J.R. Mattos 15594</i>	27,96 \blacklozenge	23,19 \blacktriangle	1,21
<i>P. stipulatus</i>			
<i>E.L. Catharino et al. 1816</i>	30,83 \blacklozenge	19,60 \blacktriangle	1,57
<i>R.M. Harley et al. 21689</i>	27,26 \blacktriangle	19,16 \blacktriangle	1,42
<i>L. Rossi & I. Cordeiro s.n. (SPF16716)</i>	34,79 \blacklozenge	22,01 \blacksquare	1,58
<i>T. Plowmann 8715</i>	26,70 \blacktriangle	17,91 \blacktriangle	1,49
<i>G.L. Webster 25018</i>	28,93 \blacktriangle	20,11 \blacklozenge	1,44



Figuras 6-24. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 6-10. *P. amarus*. 6. Vista polar. 7. Vista equatorial evidenciando a abertura. 8. Corte óptico. 9-10. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 11-14. *P. debilis*. 11. Vista equatorial evidenciando a abertura. 12. Corte óptico. 13-14. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 15-18. *P. fluitans*. 15. Vista equatorial evidenciando a abertura. 16. Corte óptico. 17-18. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 19-24. *P. lindbergii*. 19. Vista equatorial evidenciando a abertura. 20. Vista equatorial (MEV). 21. Corte óptico. 22-23. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 24. Detalhe da ornamentação (MEV). Escalas: figura 24 = 2 μm ; figuras 8-10, 12-14, 16-18, 21-23 = 5 μm ; figuras 6, 7, 11, 15, 19, 20 = 10 μm .



Figuras 25-38. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 25-32. *P. minutulus*. 25. Vista polar. 26. Vista equatorial evidenciando a abertura. 27. Vista equatorial (MEV). 28. Corte óptico. 29-30. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 31. Vista Polar (MEV). 32. Detalhe da ornamentação (MEV). 33-38. *P. stipulatus*. 33. Vista equatorial evidenciando a abertura. 34. Vista equatorial (MEV). 35-36. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 37. Corte óptico. 38. Detalhe da ornamentação (MEV). Escalas: figura 32 = 2 μm ; figuras 25, 28-31, 35-38 = 5 μm ; figuras 26, 27, 33, 34 = 10 μm .

Analisando-se o intervalo de confiança a 95% (figura 39) dos diâmetros polar e equatorial, em vista equatorial, dos materiais padrão, dos grãos de pólen das espécies 3-colporadas de *Phyllanthus*, verifica-se que:

a. os grãos de pólen de *P. lindbergii* separam-se de todos os das demais espécies por serem maiores quando se leva em consideração os diâmetros polar e equatorial (figura 39 A-B);

b. os grãos de pólen de *P. minutulus* separam-se de todos os das demais espécies por serem menores quando se leva em consideração o diâmetro polar (figura 39A);

c. *P. debilis*, *P. amarus* e *P. fluitans* separam-se das demais espécies pelos valores do diâmetro polar, porém os grãos de pólen destas espécies não se separam entre si (Figura 39A)

d. os grãos de pólen de *P. stipulatus* se separam dos das demais espécies, quando se leva em consideração as medidas do diâmetro polar (figura 39A);

e. com base no diâmetro equatorial, os grãos de pólen de *P. debilis* e *P. minutulus* separam-se dos das demais espécies por serem menores, mas não se separam entre si (figura 39B);

f. *P. amarus*, *P. fluitans* e *P. stipulatus* separam-se das demais espécies pelos valores do diâmetro equatorial, mas não se separam entre si (figura 39B).

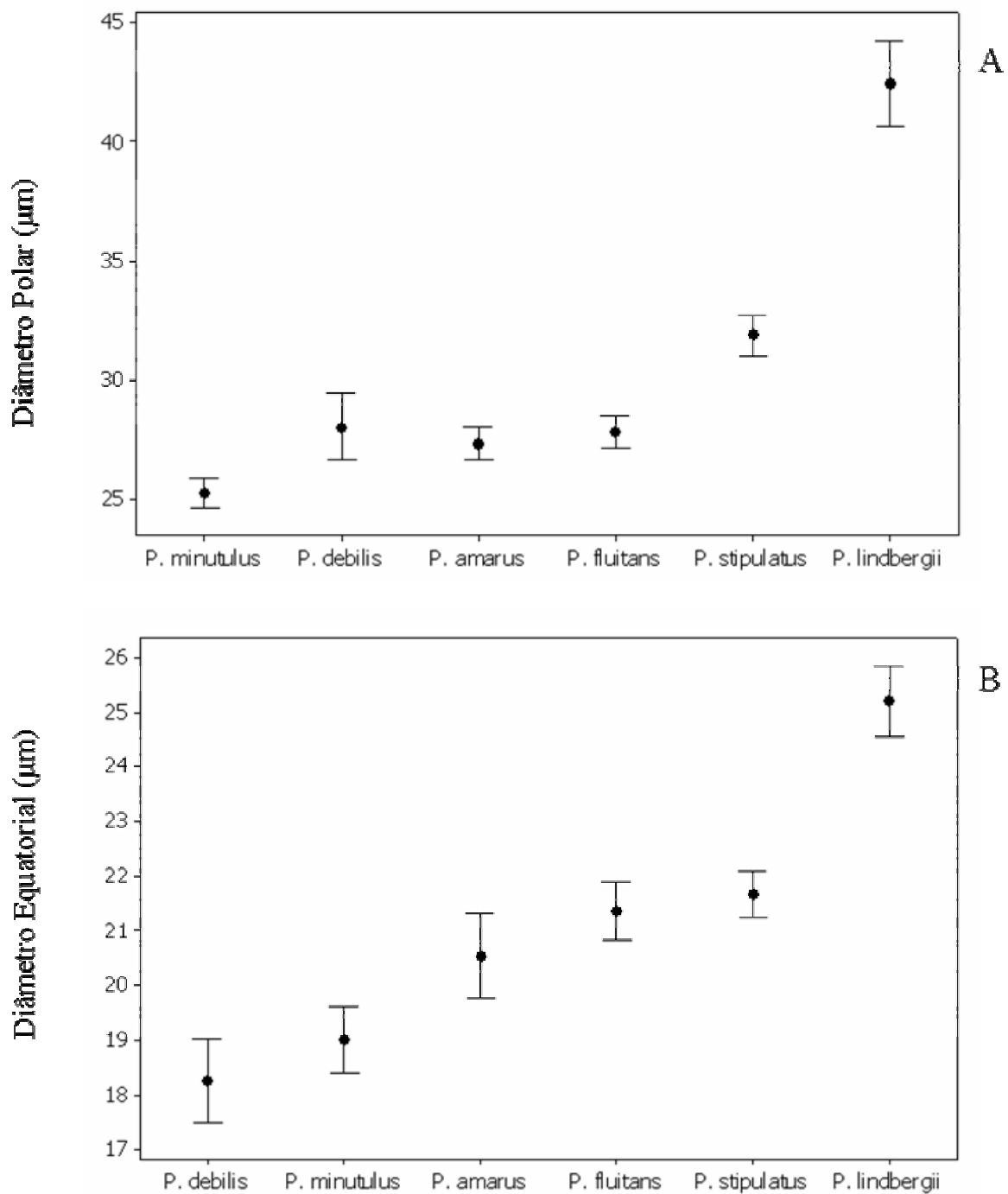


Figura 39. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95% dos grãos de pólen, em vista equatorial, das espécies 3-colporadas de *Phyllanthus*. A. Diâmetro polar. B. Diâmetro equatorial. Os limites superior e inferior representam o intervalo de confiança, os círculos medianos representam a média aritmética. Os valores são dados em µm.

3.2.1.2. Grãos de pólen 3-colporados, com duas endoaberturas em cada colpo (3-diploporados)

Espécie estudada:

Phyllanthus acuminatus (figuras 40-47, tabelas 7-8)

Grãos de pólen de tamanho médio (tabela 7); isopolares; prolato-esferoidal; âmbito subcircular (figura 40); 3-diploporado; pilados.

Abertura: 3-diploporados, golpes curtos, estreitos (tabela 7), com extremidades arredondadas, circundados por um muro paralelo marginal, endoaberturas (duas por colpo), lolongadas, com costa, localizadas nas extremidades de cada colpo. Colpo de difícil visualização sob M.O. (figura 41).

Sob MEV observa-se na região apertural, uma fileira de pilos com as cabeças concrecidas formando uma margem diferenciada ao redor de cada colpo e constricta na região entre as endoaberturas (figuras 46-47).

Exina: pilada, pilos nítidos, grandes de contornos arredondados ou irregulares (figuras 43-47); sexina mais espessa que a nexina, a qual está subdividida nexina 1 e nexina 2 (figura 42).

Quanto à forma, predominam os grãos de pólen prolato-esferoidais, entretanto os espécimes *G.M. Araújo et al. 1053* e *G.L. Esteves et al. s.n. (SP259109)* estão na classe de grãos de pólen oblato-esferoidais.

Confrontando os grãos de pólen dos materiais de comparação (tabela 8) com os do material padrão (tabela 7) observa-se que o espécime *G.L. Esteves et al. s.n. (SP259109)* apresenta somente os valores do diâmetro equatorial em vista polar dentro do intervalo de

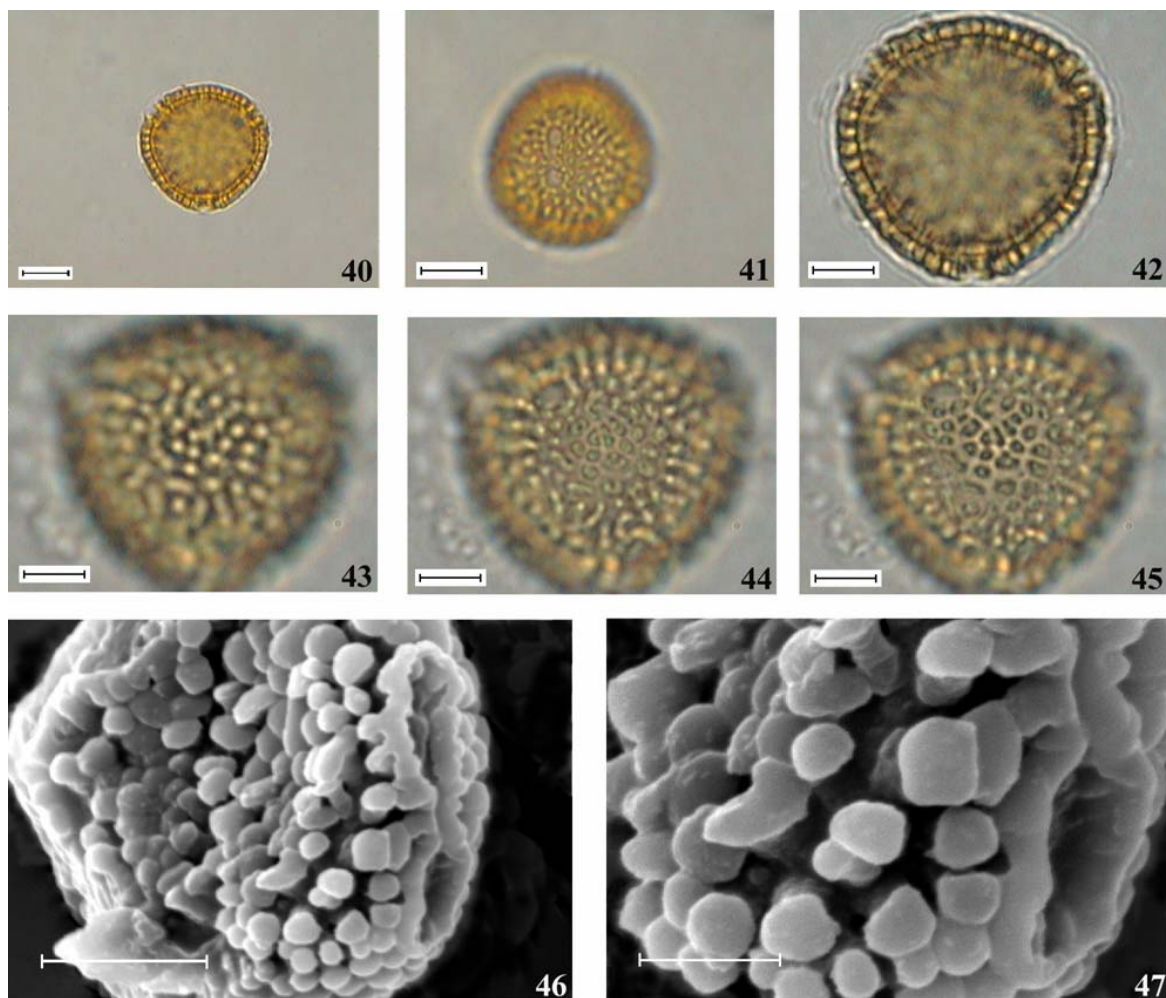
confiança do material padrão, enquanto que no espécime *M.C. Amaral Vieira et al. s.n.* somente o valor do diâmetro equatorial em vista equatorial está dentro da faixa de variação.

Tabela 7. Dados quantitativos dos grãos de pólen de *Phyllanthus acuminatus*.

Grandezas		
Vista Polar		
Diâmetro Equatorial	Faixa de variação (μm)	21,88-31,25
	$x \pm s_x$ (μm)	$25,19 \pm 0,36$
	s (μm)	1,80
	V %	7,13
	IC (μm)	24,45-25,93
Vista Equatorial		
Diâmetro Polar	Faixa de variação (μm)	24,25-28,75
	$x \pm s_x$ (μm)	$25,80 \pm 0,21$
	s (μm)	1,06
	V %	4,11
	IC (μm)	25,37-26,23
Diâmetro Equatorial	Faixa de variação (μm)	23,50-31,25
	$x \pm s_x$ (μm)	$24,99 \pm 0,32$
	s (μm)	1,59
	V %	6,36
	IC (μm)	24,33-25,65
P/E		1,03
Colpo		
Comprimento	x (μm)	11,68
Largura	x (μm)	2,98
Margem	x (μm)	1,15
Endoabertura		
Comprimento	x (μm)	4,35
Largura	x (μm)	3,47
Distância entre os poros	x (μm)	2,82
Exina	x (μm)	3,36
Sexina	x (μm)	1,92
Nexina 1	x (μm)	0,70
Nexina 2	x (μm)	0,79
Teto	x (μm)	0,54

Tabela 8. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Phyllanthus acuminatus* (n = 10). (DE = diâmetro equatorial, DP = diâmetro polar, P/E = relação entre a média do diâmetro polar e a média do diâmetro equatorial, ■ valor dentro do IC do espécime padrão, ♦ valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão, ▲ valor fora da FV, IC = intervalo de confiança, FV = faixa de variação).

Espécie/Espécimes	Vista Polar	Vista Equatorial		P/E
	DE	DP	DE	
<i>P. acuminatus</i>				
<i>M.C. Amaral et al. s.n. (SP259736)</i>	-	29,21 [▲]	28,55 [♦]	1,02
<i>G.M. Araújo et al. 1053</i>	-	18,25 [▲]	20,69 [▲]	0,88
<i>G.L. Esteves et al. s.n. (SP259109)</i>	25,00 [■]	22,86 [▲]	23,49 [▲]	0,97
<i>J.R. Pirani et al. s.n. (SP259146)</i>	-	20,83 [▲]	20,30 [▲]	1,03



Figuras 40-47. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus acuminatus*. 40. Vista polar. 41. Vista equatorial evidenciando a abertura. 42. Corte óptico. 43-45. Análise de L.O., em três níveis de focalização. 46. Detalhe da abertura (MEV). 47. Detalhe da ornamentação (MEV). Escalas: figura 47 = 2 μm ; figuras 42- 46 = 5 μm ; figuras 40, 41 = 10 μm .

3.2.2. Grãos de pólen 4-colporados

Espécies estudadas:

- P. acutifolius* (figuras 48-51, tabelas 9-12)
- P. almadensis* (figuras 52-56, tabelas 9-12)
- P. arenicola* (figuras 57-59, tabelas 9-13)
- P. avicularis* (figuras 60-65, tabelas 9-13)
- P. caparaoensis* (figuras 66-69, tabelas 9-12)
- P. caroliniensis* (figuras 70-73, tabelas 9-13)
- P. claussenii* (figuras 74-81, tabelas 9-12)
- P. dawsonii* (figuras 82-87, tabelas 9-13)
- P. fastigiatus* (figuras 88-93, tabelas 9-12)
- P. glaziovii* (figuras 94-97, tabelas 9-11)
- P. heteradenius* (figuras 98-101, tabelas 9-13)
- P. hypoleucus* (figuras 102-105, tabelas 9-13)
- P. leptophyllus* (figuras 106-109, tabelas 9-12)
- P. niruri* (figuras 110-113, tabelas 9-13)
- P. perpusillus* (figuras 114-117, tabelas 9-12)
- P. pinifolius* (figuras 118-122, tabelas 9-13)
- P. piranii* (figuras 123-129, tabelas 9-12)
- P. ramillosus* (figuras 130-138, tabelas 9-12)
- P. rosellus* (figuras 139-143, tabelas 9-12)
- P. rosmarinifolius* (figuras 144-148, tabelas 9-12)
- P. submarginatus* (figuras 149-152, tabelas 9-13)
- P. tenellus* (figuras 153-158, tabelas 9-13)

Grãos de pólen variando de pequenos (*P. caparaoensis* e *P. tenellus* tabela 9), pequenos a médios (*P. caroliniensis*) a médios; isopolares; prolato-esferoidais, (*P.*

ramillosus 3-aberturas, 4-aberturas), subprolatos (*P. tenellus*) a prolatos; âmbito subquadrangular (*P. piranii*), subcircular (*P. claussenii*, *P. ramillosus*, *P. pinifolius*); 4-colporados; exina microrreticulada a reticulada.

Aberturas: 4-colporadas; colpos longos, estreitos (*P. acutifolius*, *P. almadensis*, *P. arenicola*, *P. caparaoensis*, *P. claussenii*, *P. glaziovii*, *P. heteradenius*, *P. niruri*, *P. perpusillus*, *P. rosellus*, *P. submarginatus*) a largos (tabela 10), com margem; endoabertura lolongada (*P. piranii*) a lalongada elíptica, com costa ou não (*P. leptophyllus*). As endoaberturas de *P. ramillosus* são de difícil visualização.

Sob MEV nota-se granulações nos colpos de *P. almadensis* (figura 53).

Quanto ao número de aberturas registrou-se no espécime padrão de *P. claussenii* (L. Krieger et al. 23301) 93% de grãos de pólen 4-colporados e 7% de grãos de pólen 6-colporados, e no espécime de comparação D.J.N. Hind et al. 50461, 85 % de grãos de pólen 4-colporados e 15% de grãos de pólen 6-colporados. *P. glaziovii* apresentou no espécime padrão (C. Kozera & I. Isernhagem 1335) 98% de grãos de pólen 4-colporados e 2% de grãos de pólen 5-colporados, enquanto que no espécime padrão de *P. ramillosus* (M. Sobral et al. 8676) observou-se a ocorrência de 68% de grãos de pólen 4-colporados e 32% de grãos de pólen 3-colporados.

Exina: semitectada, sexina microrreticulada (*P. almadensis*, *P. avicularis*, *P. caroliniensis*, *P. heteradenius*, *P. hypoleucus*, *P. submarginatus*, figuras 54-56, 58-59, 72-73, 99-100, 104-105, 151-152) a reticulada, heterobrocada, lumens e muros de diferentes dimensões, muros psilados, retos. Exina mais espessa na região do mesocolpo quando comparada com a região polar (tabela 11). Na região do pólo a sexina apresenta-se mais espessa que a nexina, enquanto que na região do mesocolpo, a sexina é mais delgada que a

nexina, a qual se subdivide em nexinas 1 (mais espessa) e 2 (menos espessa). Destaca-se, em *P. ramillosus*, a dificuldade para definir as camadas da exina, na região do equador, entretanto, na região polar observa-se uma camada infratectal muito longa.

Sob MO, os grãos de pólen de *P. tenellus* apresentam exina microrreticulada na região do mesocolpo (figuras 157-158) e reticulada na região apertural (figuras 154-155). Em *P. avicularis* (figuras 61, 63-65), sob MO e MEV nota-se que a ornamentação é microrreticulada, enquanto que em *P. ramillosus* a exina é reticulada com lumens grandes de contornos variáveis e muros sinuosos, psilados, já em *P. dawsonii* (figuras 83, 87), verifica-se, sob MEV, que os retículos possuem lumens arredondados ou alongados, com diferentes tamanhos.

Sob MEV, percebe-se em *P. claussenii* (figura 81) que os lumens do retículo tem tamanhos e contornos irregulares e localizam-se no fundo de depressões rasas do teto. Em *P. fastigiatus* (figura 93) nota-se que os muros são mais largos e as depressões menos evidentes; no fundo delas localizam-se os lumens cujos contornos são subcirculares. Observa-se em *P. piranii* (figura 129) que os muros estreitos delimitam áreas côncavas nítidas, no fundo das quais estão localizadas os lumens.

Na tabela 12 observa-se que o retículo diferencia-se nas espécies 4-colporadas em dois grupos: os que apresentam número de lumens $< 3/25 \mu\text{m}^2$ (*P. ramillosus* 3-aberturas, 4-aberturas) e os com número de lumens $> 8/25 \mu\text{m}^2$ (*P. acutifolius*, *P. almadensis*, *P. arenicola*, *P. avicularis*, *P. caparaoensis*, *P. caroliniensis*, *P. claussenii*, *P. dawsonii*, *P. fastigiatus*, *P. glaziovii*, *P. heteradenius*, *P. hypoleucus*, *P. leptophyllus*, *P. niruri*, *P. perpusillus*, *P. pinifolius*, *P. piranii*, *P. rosellus*, *P. rosmarinifolius*, *P. submarginatus*, *P. tenellus*).

Quanto à forma um material de comparação (tabela 13) de *P. submarginatus* (J.G. Jardim et al. 2806) e dois de *P. clausenii* (A Chioppeta 938 e D.J.N. Jardim et al. 2806) tem grãos de pólen subprolatos diferenciando-se, assim, dos respectivos materiais padrão (tabela 9) que se caracterizam por apresentar grãos de pólen prolatos.

O tamanho dos grãos de pólen dos espécimes de comparação (tabela 13) *D. Sucre & P.I.S. Braga 4577* de *P. arenicola* e *A. Chioppeta 938* e *I. Cordeiro et al. s.n.* (UEC48515) de *P. clausenii* difere do tamanho dos grãos de pólen dos respectivos materiais padrão (tabela 9) por serem pequenos; já no caso de *P. caroliniensis* os grãos de pólen dos espécimes de comparação são médios, enquanto nos grãos de pólen do espécime padrão são pequenos a médios.

Confrontando os grãos de pólen dos materiais de comparação (tabela 13) com os dos materiais padrão (tabela 9), observa-se que:

a. em *P. arenicola*, *P. avicularis*, *P. dawsonii*, *P. heteradenius* e *P. pinfolius*, todos os valores dos diâmetros em vista equatorial dos espécies de comparação, encontram-se dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação do material padrão.

b. nos espécimes de comparação *F.C. Hoehne s.n.*(SP19204) e *F.C. Hoehne s.n.* (SP19172) de *P. caroliniensis*; *A Chioppeta 938* e *I. Cordeiro et al. s.n.* (UEC48515) de *P. clausenii* e *G.L.Webster 25323* e *G.L. Webster & A. Pott s.n.* (SP366433) de *P. niruri*, todas as medidas dos diâmetros, em vista equatorial estão fora da faixa de variação do material padrão.

c. *P. caroliniensis* (*G. Eiten & L.T. Eiten 9065*), *P. glaziovii* (*G. Hatschbach 25729*), *P. submarginatus* (*G. Hatschbach 3072*) e *P. tenellus* (*F.C. Hoehne 291*)

apresentaram apenas os valores dos diâmetros polares em vista equatorial, fora da faixa de variação do material padrão.

d. em *P. submarginatus* (J.G. Jardim et al. 2806) apenas o valor do diâmetro equatorial, em vista equatorial, está fora da faixa de variação do material padrão.

Tabela 9. Medidas dos grãos de pólen 4-colporados de espécies de *Phyllanthus*, em vista equatorial e polar (n = 25). (DP = diâmetro polar, DE = diâmetro equatorial, VE = vista equatorial, VP = vista polar, FV = faixa de variação, \bar{x} = média aritmética, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, V = coeficiente de variabilidade, IC = intervalo de confiança).

Espécies	DP (VE)					DE (VE)					P/E	DE (VP)
	FV(μm)	$\bar{x} \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V %	IC	FV(μm)	$\bar{x} \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V %	IC		
<i>P. acutifolius</i>	28,25-36,38	31,47 \pm 0,42	2,12	6,73	30,60-32,34	14,88-19,63	17,86 \pm 0,20	1,2	6,72	17,45-18,27	1,76	20,88
<i>P. almadensis</i>	36,38-49,75	40,90 \pm 0,52	2,61	6,37	39,83-41,97	31,00-30,25	25,29 \pm 0,45	1,25	8,99	24,36-26,22	1,62	-
<i>P. arenicola</i>	24,50-33,25	28,66 \pm 0,45	2,26	7,87	27,73-29,58	16,25-21,75	18,96 \pm 0,25	1,13	6,60	18,44-19,48	1,51	19,76
<i>P. avicularis</i>	17,88-31,25	29,11 \pm 0,51	2,54	8,73	28,06-30,16	15,38-20,25	18,09 \pm 0,24	1,19	6,58	17,60-18,58	1,61	-
<i>P. caparaoensis</i>	22,13-28,38	24,45 \pm 0,25	1,27	5,21	23,93-24,97	14,63-18,38	16,57 \pm 0,21	1,04	6,26	16,14-16,99	1,48	17,25
<i>P. caroliniensis</i>	20,25-27,25	24,54 \pm 0,35	1,75	7,15	23,82-25,26	15,75-19,63	17,63 \pm 0,25	1,27	7,21	17,11-18,15	1,39	20,42
<i>P. clausseii</i>	30,00-33,75	31,53 \pm 0,20	0,99	3,15	31,12-31,94	19,00-23,63	22,03 \pm 0,23	1,13	5,15	21,56-22,50	1,43	23,46
<i>P. dawsonii</i>	33,38-48,75	37,36 \pm 0,57	2,86	7,25	36,19-38,53	21,00-29,38	25,11 \pm 0,45	2,23	8,87	24,18-26,04	1,49	31,46
<i>P. fastigiatus</i>	34,38-38,63	37,00 \pm 0,23	1,16	3,14	36,53-37,47	19,88-25,00	22,37 \pm 0,28	1,39	6,21	21,79-22,95	1,65	23,45
<i>P. glaziovii</i>	34,63-41,63	38,19 \pm 0,36	1,80	4,72	37,45-38,95	19,13-27,63	24,48 \pm 0,42	2,12	8,66	23,61-25,35	1,56	-
<i>P. heteradenius</i>	25,00-31,63	28,50 \pm 0,37	1,86	6,52	27,74-29,26	15,75-20,00	17,61 \pm 0,25	1,25	7,13	17,09-18,13	1,62	19,63
<i>P. hypoleucus</i>	34,18-35,48	34,83 \pm 0,31	1,57	4,52	34,19-35,47	19,13-24,00	21,28 \pm 0,27	1,34	6,30	20,72-21,84	1,64	-
<i>P. leptophyllus</i>	37,50-49,50	42,57 \pm 0,64	3,20	7,53	41,25-43,89	21,13-25,50	23,00 \pm 0,25	1,26	5,50	22,48-23,52	1,85	-
<i>P. niruri</i>	31,50-37,50	34,23 \pm 0,30	1,49	4,36	33,61-34,85	17,38-20,25	18,73 \pm 0,15	0,76	4,06	18,42-19,04	1,83	-
<i>P. perpusillus</i>	23,13-30,63	25,97 \pm 0,34	1,71	6,58	25,27-26,67	15,00-20,88	17,70 \pm 0,31	1,56	8,83	17,06-18,34	1,47	19,94
<i>P. pinifolius</i>	35,63-43,63	39,19 \pm 0,44	2,21	5,63	38,28-40,10	21,75-36,38	25,48 \pm 0,60	2,99	11,74	24,24-26,72	1,54	-
<i>P. piranii</i>	32,13-37,13	35,08 \pm 0,26	1,30	3,70	34,54-35,62	20,00-34,88	22,80 \pm 0,54	2,69	11,80	21,69-23,91	1,54	-
<i>P. ramillosus</i> (4 aberturas)	30,38-36,13	33,67 \pm 0,33	1,65	4,90	32,99-34,35	26,75-34,50	30,69 \pm 0,46	2,31	7,53	29,74-31,64	1,10	32,18
(3 aberturas)	29,00-34,38	32,12 \pm 0,30	1,52	4,73	31,50-32,74	26,50-31,63	28,58 \pm 0,29	1,44	5,05	27,98-29,18	1,12	31,13
<i>P. rosellus</i>	37,50-47,75	43,73 \pm 0,61	3,03	6,94	42,47-44,99	20,50-34,75	23,53 \pm 0,53	2,65	11,25	22,44-24,62	1,86	-
<i>P. rosmarinifolius</i>	29,38-39,63	36,00 \pm 0,43	2,15	5,96	35,11-36,89	19,88-27,00	24,18 \pm 0,34	1,71	7,09	23,48-24,88	1,49	22,19
<i>P. subemarginatus</i>	20,50-29,13	25,33 \pm 0,36	1,81	7,13	24,59-26,07	14,25-18,88	16,42 \pm 0,25	1,27	7,76	15,90-16,94	1,54	20,13
<i>P. tenellus</i>	18,63-24,13	21,20 \pm 0,26	1,29	6,09	20,67-21,74	15,63-21,13	18,10 \pm 0,31	1,53	8,48	17,46-18,74	1,17	19,53

Tabela 10. Medidas (μm) do colpo e endoabertura dos grãos de pólen 4-colporados das espécies de *Phyllanthus* (n = 10). (Compr. = comprimento, Larg. = largura).

Espécies	Colpo			Endoabertura		
	Compr.	Larg.	Margem	Compr.	Larg.	Costa
<i>P. acutifolius</i>	23,64	1,15	0,89	1,93	3,25	1,06
<i>P. almadensis</i>	28,63	1,89	1,10	2,24	6,69	1,05
<i>P. arenicola</i>	21,24	1,14	0,98	1,56	3,68	1,04
<i>P. avicularis</i>	23,36	2,89	1,11	3,46	4,99	1,19
<i>P. caparaoensis</i>	21,30	1,41	1,11	3,39	4,50	1,04
<i>P. caroliniensis</i>	20,33	2,90	1,08	3,85	4,18	1,10
<i>P. claussenii</i>	26,15	1,43	1,09	2,29	3,64	1,05
<i>P. dawsonii</i>	31,74	3,19	1,10	4,19	7,61	1,18
<i>P. fastigiatus</i>	29,63	2,71	1,02	3,04	5,09	1,15
<i>P. glaziovii</i>	32,21	1,74	1,20	2,65	5,03	1,15
<i>P. heteradenius</i>	23,53	1,36	1,01	1,72	4,73	0,98
<i>P. hypoleucus</i>	28,09	3,13	1,28	3,91	5,53	1,13
<i>P. leptophyllus</i>	31,06	2,81	1,19	3,69	6,56	1,06
<i>P. niruri</i>	26,98	1,29	1,09	2,06	4,84	1,06
<i>P. perpusillus</i>	20,51	1,35	1,14	1,73	3,54	0,91
<i>P. pinifolius</i>	32,58	3,54	1,15	4,35	6,58	1,18
<i>P. piranii</i>	30,11	3,11	1,32	4,32	4,25	0,96
<i>P. ramillosus</i> (4 aberturas)	21,86	3,43	1,19	4,07	5,07	1,11
(3 aberturas)	18,60	3,60	1,20	4,09	4,60	1,00
<i>P. rosellus</i>	33,58	1,29	0,98	1,89	7,60	0,94
<i>P. rosmarinifolius</i>	22,88	3,00	1,28	4,66	6,56	1,19
<i>P. subemarginatus</i>	21,04	1,23	0,91	1,70	3,31	0,96
<i>P. tenellus</i>	27,13	2,78	1,06	3,69	4,16	1,06

Tabela 11. Medidas (μm) das camadas da exina dos grãos de pólen 4-colporados, das espécies de *Phyllanthus* (n = 10).

Espécies	Região do pólo				Região do mesocolpo				
	Exina	Sexina	Nexina	Teto	Exina	Sexina	Nexina 1	Nexina 2	Teto
<i>P. acutifolius</i>	1,64	1,06	0,64	0,48	2,73	1,15	0,85	0,70	0,45
<i>P. almadensis</i>	1,71	1,04	0,67	0,48	2,75	1,25	0,85	0,65	0,53
<i>P. arenicola</i>	1,86	1,18	0,73	0,47	2,50	1,10	0,78	0,58	0,43
<i>P. avicularis</i>	1,73	1,06	0,69	0,41	2,90	1,42	0,85	0,58	0,45
<i>P. caparaoensis</i>	1,77	1,04	0,75	0,40	2,72	1,15	0,92	0,67	0,40
<i>P. caroliniensis</i>	1,66	0,90	0,71	0,43	2,73	1,32	0,72	0,67	0,40
<i>P. clausenii</i>	2,01	1,22	0,79	0,52	3,10	1,40	1,03	0,70	0,50
<i>P. dawsonii</i>	2,13	1,27	0,80	0,42	2,83	1,52	0,72	0,53	0,47
<i>P. fastigiatus</i>	2,05	1,29	0,78	0,47	3,18	1,38	1,03	0,78	0,47
<i>P. glaziovii</i>	1,79	1,08	0,69	0,48	2,88	1,35	0,83	0,63	0,45
<i>P. heteradenius</i>	1,70	0,98	0,73	0,48	2,65	1,25	0,75	0,68	0,45
<i>P. hypoleucus</i>	1,81	1,10	0,71	0,47	2,48	1,05	0,83	0,60	0,43
<i>P. leptophyllus</i>	1,73	1,10	0,62	0,48	2,93	1,32	0,88	0,70	0,43
<i>P. niruri</i>	1,82	1,11	0,74	0,46	2,58	1,20	0,70	0,63	0,50
<i>P. perpusillus</i>	1,56	1,03	0,68	0,46	2,95	1,45	0,80	0,70	0,50
<i>P. pinifolius</i>	2,06	1,34	0,71	0,47	3,35	1,68	0,95	0,72	0,47
<i>P. piranii</i>	1,77	1,07	0,68	0,44	2,90	1,15	1,03	0,68	0,53
<i>P. ramillosus</i> (4 aberturas)	5,12	3,58	1,38	0,49	-	-	-	-	-
(3 aberturas)	4,77	3,58	1,19	0,42	-	-	-	-	-
<i>P. rosellus</i>	1,64	0,95	0,70	0,80	2,78	1,00	0,98	0,70	0,45
<i>P. rosmarinifolius</i>	1,82	1,15	0,71	0,41	2,95	1,37	0,90	0,65	0,53
<i>P. subemarginatus</i>	1,66	1,01	0,62	0,46	2,30	1,02	0,58	0,70	0,45
<i>P. tenellus</i>	1,93	1,06	0,83	0,41	2,85	1,40	0,92	0,52	0,47

Tabela 12. Dados quantitativos dos retículos das espécies de *Phyllanthus* (n = 10).

Espécies	Lúmen		Muro
	Número/25 μm^2	Diâmetro (μm)	Largura (μm)
<i>P. acutifolius</i>	24-35	0,28-1,31	0,30-0,53
<i>P. almadensis</i>	29-38	0,24-1,00	0,21-0,35
<i>P. arenicola</i>	20-29	0,27-1,25	0,32-0,52
<i>P. avicularis</i>	24-31	0,35-1,00	0,26-0,49
<i>P. caparaoensis</i>	13-18	0,28-3,61	0,28-0,60
<i>P. caroliniensis</i>	33-51	0,21-0,86	0,21-0,40
<i>P. claussenii</i>	11-18	0,37-2,35	0,40-0,55
<i>P. dawsonii</i>	28-35	0,24-1,63	0,26-0,58
<i>P. fastigiatus</i>	11-16	0,54-1,81	0,30-0,53
<i>P. glaziovii</i>	12-18	0,52-1,58	0,35-0,51
<i>P. heteradenius</i>	15-27	0,39-0,88	0,34-0,58
<i>P. hypoleucus</i>	14-24	0,30-0,99	0,31-0,45
<i>P. leptophyllus</i>	16-24	0,30-1,14	0,30-0,58
<i>P. niruri</i>	16-23	0,39-1,48	0,35-0,49
<i>P. perpusillus</i>	17-26	0,32-1,16	0,28-0,51
<i>P. pinifolius</i>	9-16	0,44-1,68	0,32-0,53
<i>P. piranii</i>	14-18	0,46-2,46	0,35-0,58
<i>P. ramillosus</i> (4 aberturas)	1-2	2,30-5,10	0,41-0,75
(3 aberturas)	1-2	1,07-4,93	0,57-0,86
<i>P. rosellus</i>	14-26	0,34-1,44	0,34-0,50
<i>P. rosmarinifolius</i>	13-20	0,43-1,59	0,37-0,58
<i>P. subemarginatus</i>	17-28	0,29-0,88	0,38-0,46
<i>P. tenellus</i>	11-24	0,34-2,54	0,30-0,80

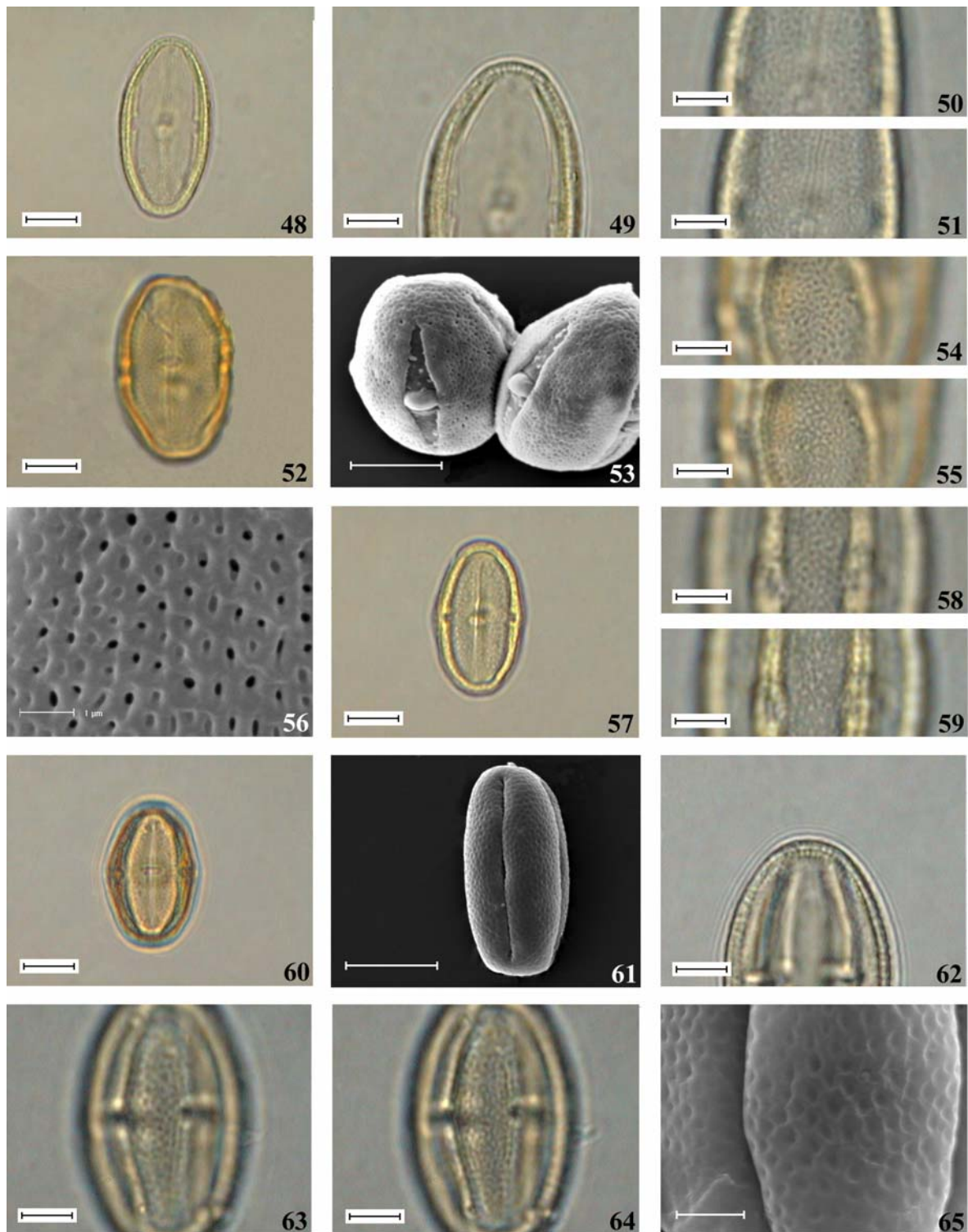
Tabela 13. Medidas (μm) dos grãos de pólen 4-colporados dos materiais de comparação de *Phyllanthus* ($n = 10$). (DP = diâmetro polar, DE = diâmetro equatorial, P/E = relação entre a média do diâmetro polar e a média do diâmetro equatorial, \blacksquare valor dentro do IC do espécime padrão, \blacklozenge valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão, \blacktriangle valor fora da FV, IC = intervalo de confiança, FV = faixa de variação).

Espécies/Espécimes	Vista	Equatorial	P/E
	DP	DE	
<i>P. arenicola</i>			
<i>W. Hoehne 5874</i>	32,30 \blacklozenge	19,81 \blacklozenge	1,63
<i>F.C. Hoehne s.n. (SPF164900)</i>	27,48 \blacklozenge	18,94 \blacksquare	1,45
<i>L. Rossi et al. s.n. (UEC48508)</i>	29,04 \blacksquare	19,38 \blacksquare	1,50
<i>D. Sucre & P.I.S. Braga 4577</i>	24,86 \blacklozenge	18,26 \blacklozenge	1,36
<i>P. avicularis</i>			
<i>I. Cordeiro & E. Simonis s.n. (SP259008)</i>	29,38 \blacksquare	17,93 \blacksquare	1,64
<i>I. Cordeiro et al. s.n. (SP259102)</i>	27,29 \blacklozenge	20,18 \blacklozenge	1,35
<i>J.R. Pirani et al. s.n. (SP259150)</i>	26,95 \blacklozenge	18,03 \blacksquare	1,50
<i>P. caroliniensis</i>			
<i>G. Eiten & L.T. Eiten 9065</i>	30,24 \blacktriangle	18,68 \blacklozenge	1,62
<i>F.C. Hoehne s.n. (SP19172)</i>	31,71 \blacktriangle	21,17 \blacktriangle	1,50
<i>F.C. Hoehne s.n. (SP19204)</i>	32,39 \blacktriangle	20,02 \blacktriangle	1,62
<i>P. clausenii</i>			
<i>A. Chioppeta 938</i>	20,60 \blacktriangle	16,49 \blacktriangle	1,25
<i>I. Cordeiro et al. s.n. (UEC48515)</i>	22,54 \blacktriangle	16,26 \blacktriangle	1,39
<i>W. Ganev 1751</i>	33,50 \blacklozenge	20,96 \blacklozenge	1,60
<i>D.J.N. Hind et al. 50461</i>	30,10 \blacklozenge	22,63 \blacklozenge	1,33
<i>P. dawsonii</i>			
<i>I. Cordeiro et al. 383</i>	38,63 \blacklozenge	21,60 \blacklozenge	1,79
<i>J.R. Pirani et al. 1662</i>	39,28 \blacklozenge	26,64 \blacklozenge	1,47
<i>J.R. Pirani et al. 1742</i>	39,20 \blacklozenge	26,13 \blacklozenge	1,50
<i>P. glaziovii</i>			
<i>G. Hatschbach 771</i>	36,98 \blacklozenge	25,88 \blacklozenge	1,43
<i>G. Hatschbach 25729</i>	32,05 \blacktriangle	20,88 \blacklozenge	1,54
<i>G. Hatschbach 44589</i>	35,94 \blacklozenge	21,91 \blacklozenge	1,64
<i>L. Krieger 13188</i>	34,99 \blacklozenge	23,89 \blacksquare	1,46
<i>M. Kuhlmann 3195</i>	38,73 \blacksquare	25,49 \blacklozenge	1,52
<i>P. heteradenius</i>			
<i>E. Melo et al. 2074</i>	31,40 \blacklozenge	19,33 \blacklozenge	1,62
<i>P. niruri</i>			
<i>G. Eiten & L.T. Eiten 4376</i>	35,80 \blacklozenge	18,50 \blacksquare	1,94
<i>G.L. Webster 25323</i>	41,66 \blacktriangle	23,23 \blacktriangle	1,79
<i>G.L. Webster & A.. Pott s.n. (UEC40560)</i>	39,05 \blacktriangle	21,73 \blacktriangle	1,80
<i>P. pinifolius</i>			
<i>L. Krieger & E.M. Leise s.n. (SP366433)</i>	38,94 \blacksquare	24,04 \blacklozenge	1,62
<i>P.L.K. s.n. (SP366482)</i>	37,43 \blacklozenge	25,01 \blacksquare	1,50
<i>P. submarginatus</i>			
<i>G. Hatschbach 3072</i>	31,09 \blacktriangle	17,76 \blacklozenge	1,75
<i>F.C. Hoehne s.n. (SP25069)</i>	26,51 \blacklozenge	18,76 \blacklozenge	1,41
<i>J.G. Jardim et al. 2806</i>	27,30 \blacklozenge	21,29 \blacktriangle	1,28
<i>L.S. Leoni 3268</i>	29,01 \blacklozenge	18,08 \blacklozenge	1,61

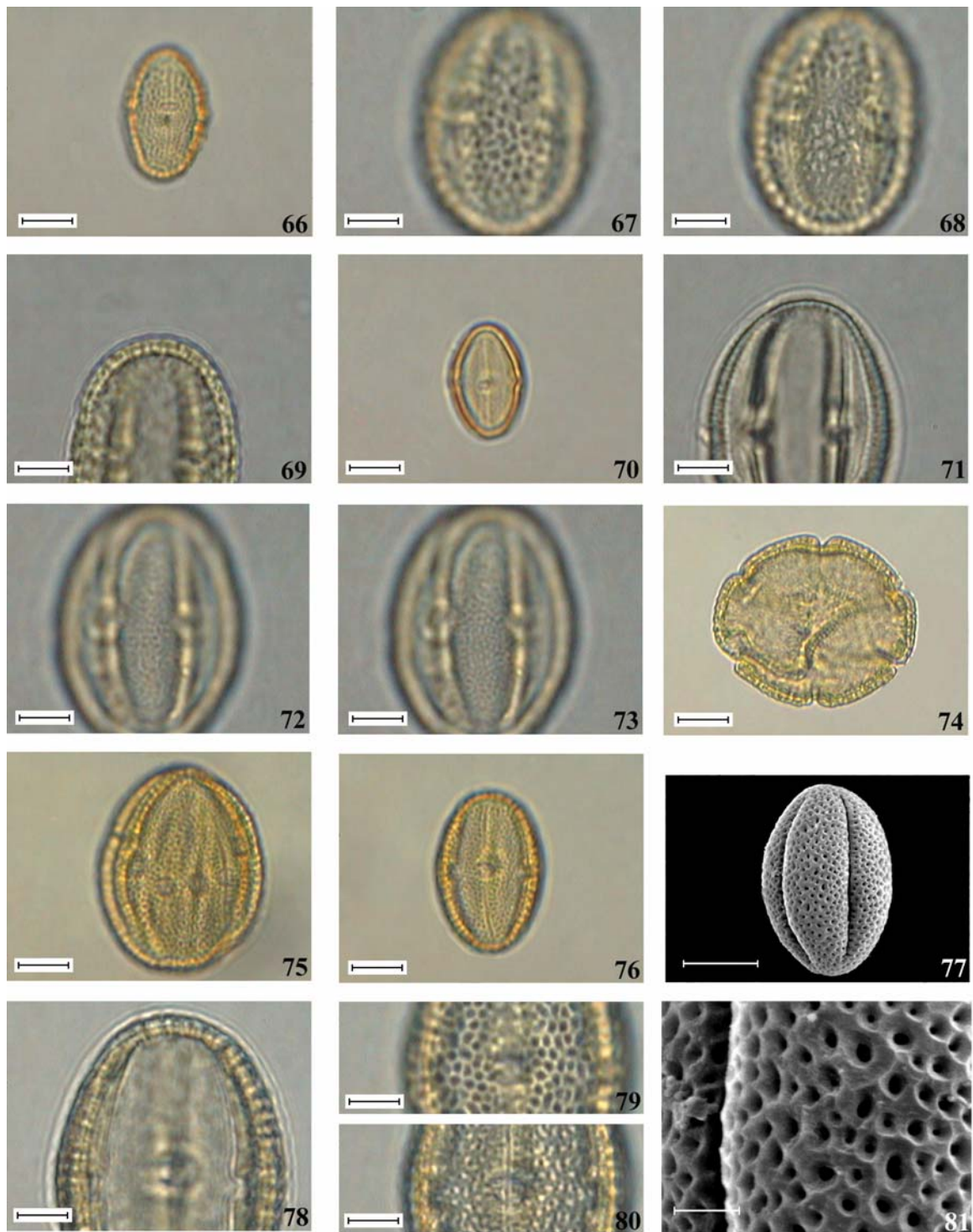
continua

Tabela 13 (continuação)

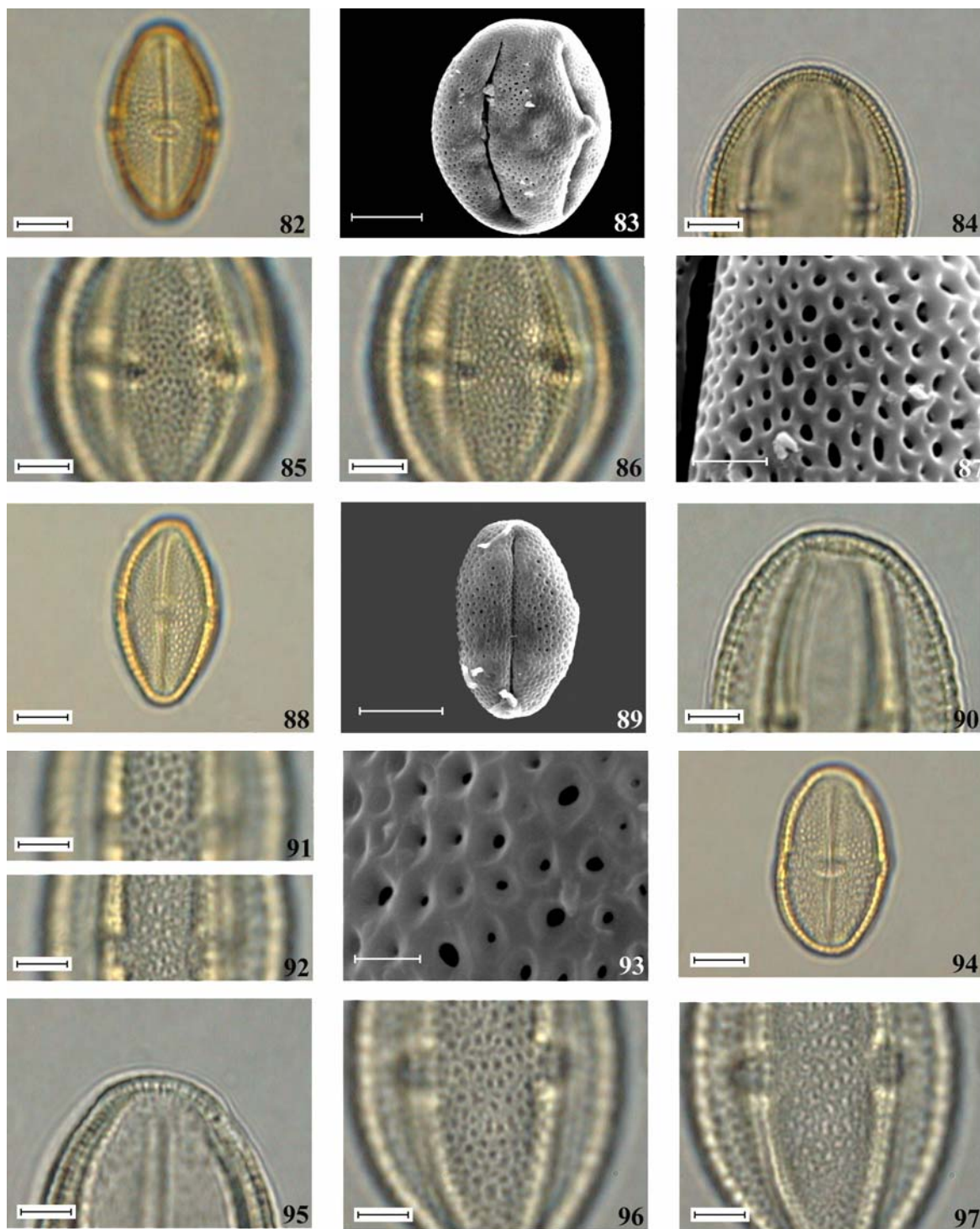
Espécies/Espécimes	Vista	Equatorial	P/E
	DP	DE	
<i>A.P. Viegas & Melo Barreto s.n. (SP49372)</i>	28,50 [♦]	16,11 [■]	1,77
<i>G.L. Webster 25434</i>	27,61 [♦]	16,99 [♦]	1,63
<i>P. tenellus</i>			
<i>F.C. Hoehne 291</i>	26,43 [▲]	20,79 [♦]	1,27



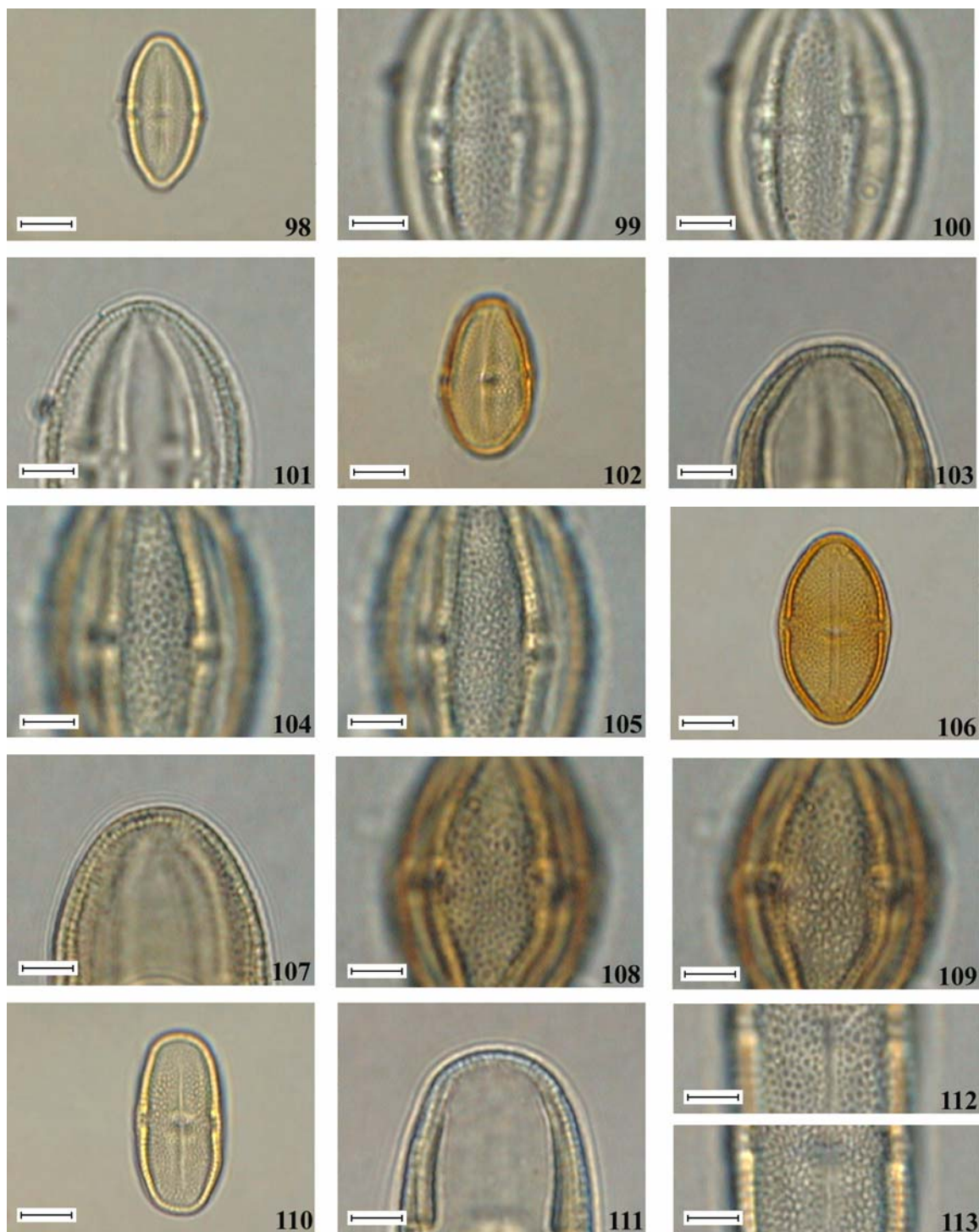
Figuras 48-65. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 48-51. *P. acutifolius*. 48. Vista equatorial evidenciando a abertura. 49. Corte óptico. 50-51. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 52-56. *P. almadensis*. 52. Vista equatorial evidenciando a abertura. 53. Vista geral (MEV). 54-55. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 56. Detalhe da ornamentação (MEV). 57-59. *P. arenicola*. 57. Vista equatorial evidenciando a abertura. 58-59. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 60-65. *P. avicularis*. 60. Vista equatorial evidenciando a abertura. 61. Vista geral (MEV). 62. Corte óptico. 63-64. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 65. Detalhe da ornamentação (MEV). Escalas: figura 56 = 1 μm ; figura 65 = 2 μm ; figuras 50, 51, 54, 55, 58, 59, 62, 63, 64 = 5 μm ; figuras 48, 49, 52, 53, 57, 60, 61 = 10 μm .



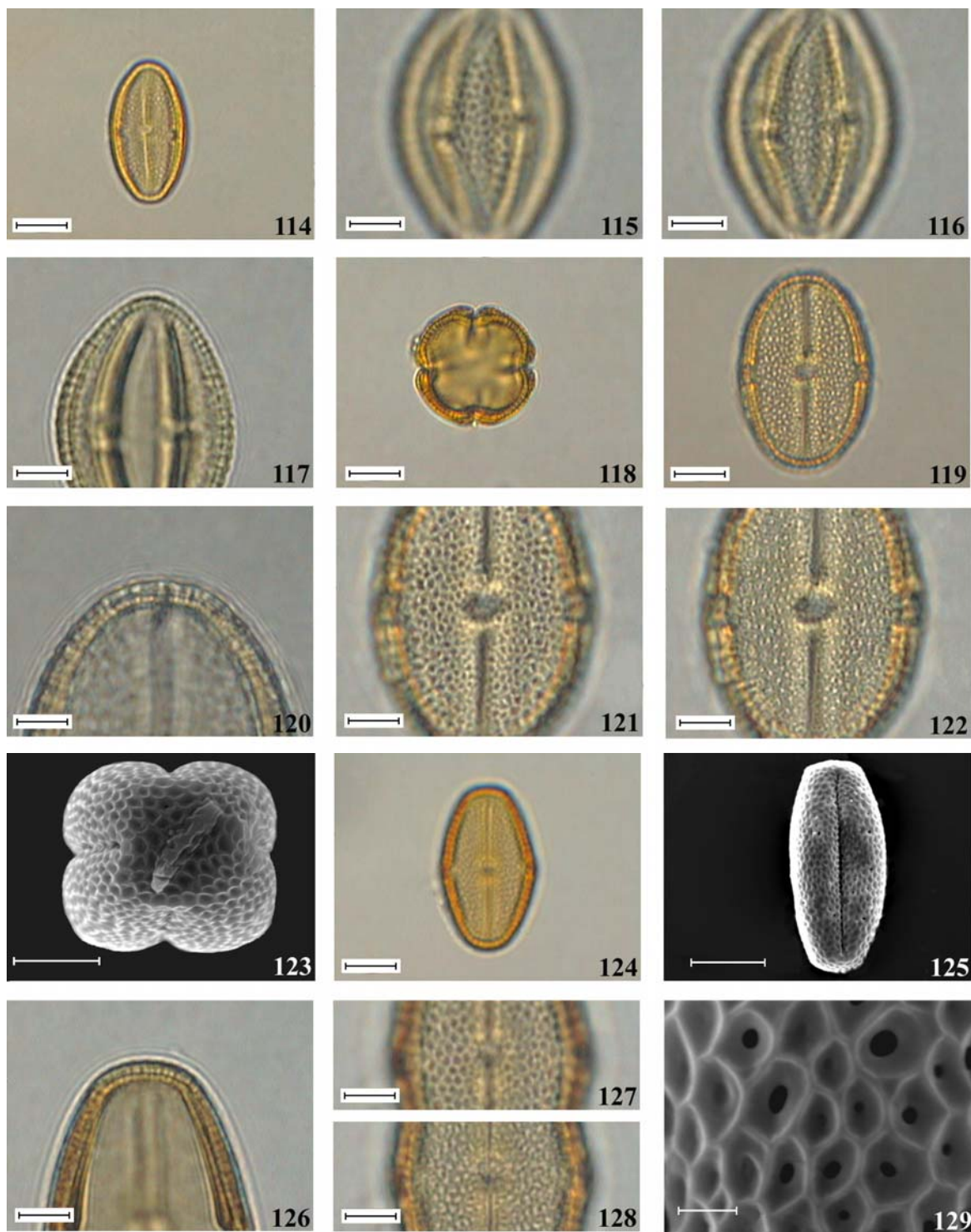
Figuras 66- 81. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 66-69. *P. caparaensis*. 66. Vista equatorial evidenciando a abertura. 67-68. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 69. Corte óptico. 70-73. *P. caroliniensis*. 70. Vista equatorial evidenciando a abertura. 71. Corte óptico. 72-73. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 74-81. *P. clausenii*. 74. Vista polar (grãos de pólen 6-colporados). 75. Vista equatorial (grãos de pólen 6-colporados). 76. Vista equatorial (grãos de pólen 4-colporados). 77. Vista equatorial (MEV). 78. Corte óptico. 79-80. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 81. Detalhe da ornamentação (MEV). Escalas: figura 56 = 1 μm ; figura 81 = 2 μm ; figuras 67- 69, 71-73, 78- 80 = 5 μm ; figuras 66, 70, 74-77 = 10 μm .



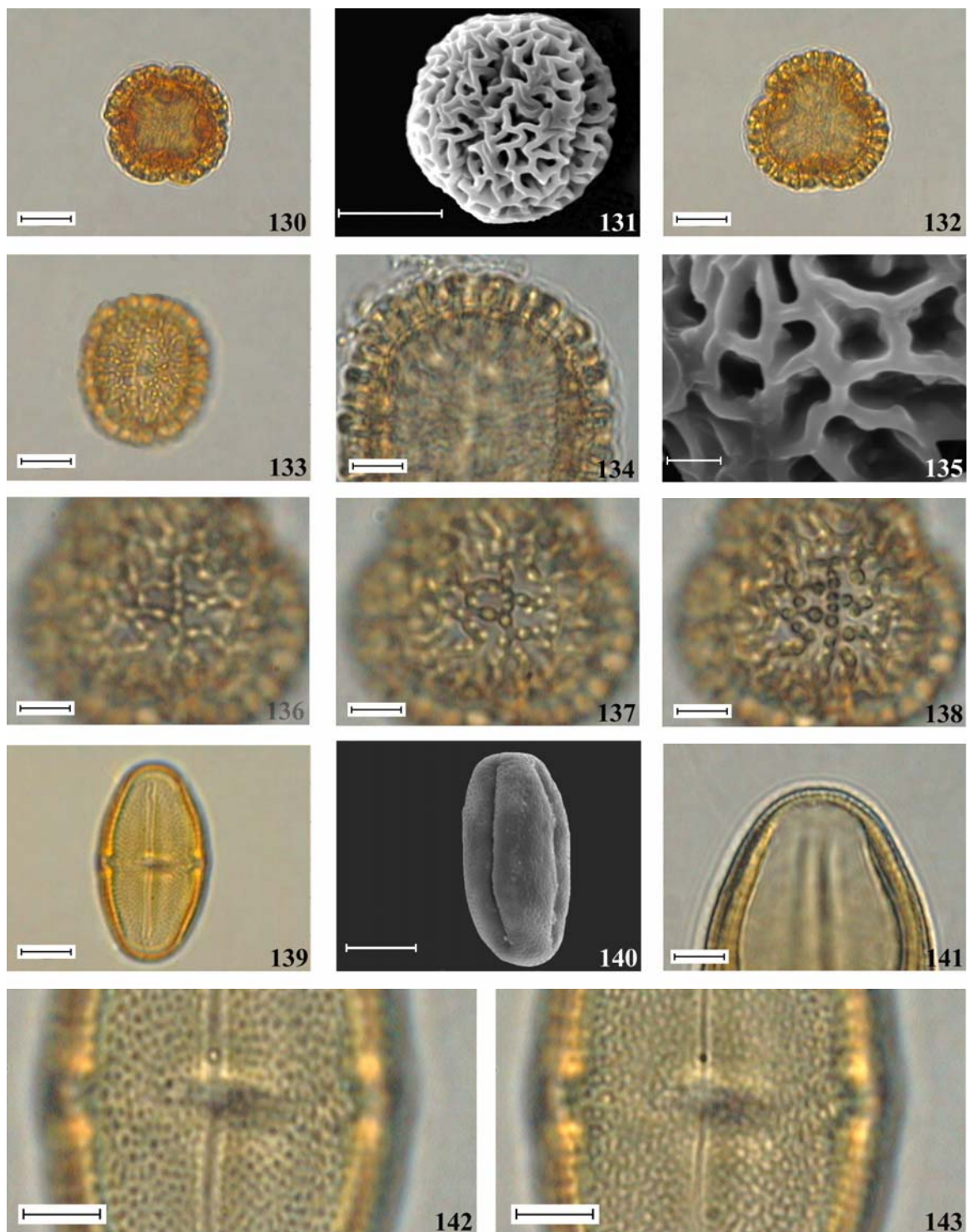
Figuras 82-97. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 82-87. *P. dawsonii*. 82. Vista equatorial evidenciando a abertura. 83. Vista equatorial (MEV). 84. Corte óptico. 85-86. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 87. Detalhe da ornamentação (MEV). 88-93. *P. fastigiatus*. 88. Vista equatorial evidenciando a abertura. 89. Vista equatorial (MEV). 90. Corte óptico. 91-92. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 93. Detalhe da ornamentação (MEV). 94-97. *P. glaziovii*. 94. Vista equatorial evidenciando a abertura. 95. Corte óptico. 96-97. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. Escalas: figura 93 = 1 μm ; figura 87 = 2 μm ; figuras 84-86, 90-92, 95-97 = 5 μm ; figuras 82, 83, 88, 89, 94 = 10 μm .



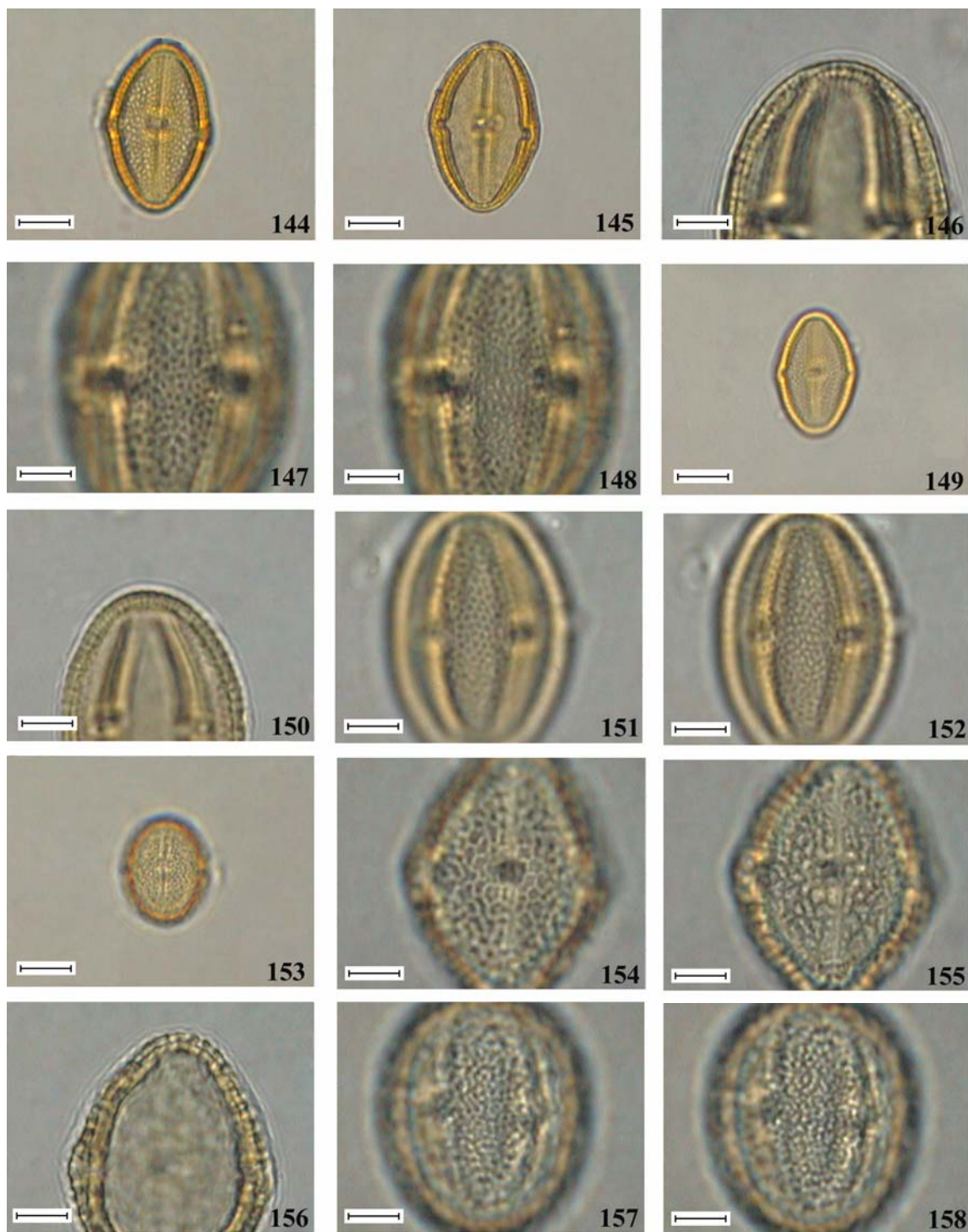
Figuras 98-113. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 98-101. *P. heteradenius*. 98. Vista equatorial evidenciando a abertura. 99-100. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 101. Corte óptico. 102-105. *P. hypoleucus*. 102. Vista equatorial evidenciando a abertura. 103. Corte óptico. 104-105. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 106-109. *P. leptophyllus*. 106. Vista equatorial evidenciando a abertura. 107. Corte óptico. 108-109. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 110-113. *P. niruri*. 110. Vista equatorial evidenciando a abertura. 111. Corte óptico. 112-113. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. Escalas: figuras 99-101, 103-105, 107-109, 111-113 = 5 μ m; figuras 98, 102, 106, 110 = 10 μ m



Figuras 114-129. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 114-117. *P. perpusillus*. 114. Vista equatorial evidenciando a abertura. 115-116. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 117. Corte óptico. 118-122. *P. pinifolius*. 118. Vista polar. 119. Vista equatorial evidenciando a abertura. 120. Corte óptico. 121-122. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 123-129. *P. piranii*. 123. Vista polar (MEV). 124. Vista equatorial evidenciando a abertura. 125. Vista equatorial (MEV). 126. Corte óptico. 127-128. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 129. Detalhe da ornamentação (MEV). Escalas: figura 129 = 1 μm ; figuras 115-117, 120-123, 126-128 = 5 μm ; figuras 114, 118, 119, 124, 125 = 10 μm .



Figuras 130-143. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 130-138. *P. ramillosus*. 130. Vista equatorial (grãos de pólen 4-colporados). 131. Vista equatorial (MEV). 132. Vista polar (grãos de pólen 3-colporados). 133. Vista equatorial evidenciando a abertura. 134. Corte óptico. 135. Detalhe da ornamentação (MEV). 136-138. Análise de L.O., em três níveis de focalização. 139-143. *P. rosellus*. 139. Vista equatorial evidenciando a abertura. 140. Vista equatorial (MEV). 141. Corte óptico. 142-143. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. Escalas: figura 135 = 2 μm ; figuras 134, 136-138, 141-143 = 5 μm ; figuras 130-133, 139, 140 = 10 μm .



Figuras 144-158. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 144-148. *P. rosmarinifolius*. 144. Vista equatorial evidenciando a abertura. 145. Vista equatorial evidenciando o contorno. 146. Corte óptico. 147-148. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 149-152. *P. submarginatus*. 149. Vista equatorial evidenciando a abertura. 150. Corte óptico. 151-152. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 153-158. *P. tenellus*. 153. Vista equatorial evidenciando a abertura. 154-155. Análise de L.O., em dois níveis de focalização, na região das aberturas. 156. Corte óptico. 157-158. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. Escalas: figuras 146-148, 150-152, 154-158 = 5 μ m; figuras 144, 145, 149, 153 = 10 μ m.

Analisando-se o intervalo de confiança a 95% (figura 159) dos diâmetros polar e equatorial, em vista equatorial dos materiais padrão, dos grãos de pólen das espécies 4-colporadas de *Phyllanthus*, observa-se que:

a. os grãos de pólen de *P. tenellus* se separam dos das demais espécies por serem menores quando se leva em consideração o diâmetro polar em vista equatorial (figura 159 A);

b. com base no diâmetro polar, em vista equatorial, os grãos de pólen de *P. caroliniensis*, *P. caparaoensis*, *P. submarginatus* e *P. perpusillus* separam-se dos das demais espécies; neste grupo é possível separar os grãos de pólen de *P. perpusillus* dos de *P. caroliniensis* e *P. caparaoensis* (figura 159A);

c. os grãos de pólen de *P. heteradenius*, *P. arenicola* e *P. avicularis* não se separam entre si, mas separam-se dos das demais espécies quando se leva em consideração os valores dos diâmetros polares (figura 159A);

d. quando se leva em consideração o diâmetro polar, em vista equatorial (figura 159A), as espécies *P. acutifolius*, *P. claussenii*, *P. ramillosus* 3-colporadas e 4-colporadas, *P. niruri*, *P. hypoleucus*, *P. piranii*, *P. rosmarinifolius*, *P. dawsonii*, *P. fastigiatus*, *P. glaziovii*, *P. pinifolius*, *P. almadensis*, *P. leptophyllus* e *P. rosellus* formam um grupo contínuo com grãos de pólen maiores, no qual é possível separar algumas espécies;

e. os grãos de pólen de *P. ramillosus* 3-colporados e 4-colporados, separam-se das demais espécies por serem maiores, quando se leva em consideração os valores do diâmetro equatorial, entretanto os grãos de pólen 4-colporados são significativamente maiores que os 3-colporados (figura 159B);

f. os grãos de pólen das espécies *P. submarginatus* e *P. caparaoensis* separam-se dos das demais espécies por serem menores, quando se leva em consideração os valores do diâmetro equatorial, mas não se separam entre si (figura 159B);

g. os grãos de pólen de *P. perpusillus*, *P. heteradenius*, *P. caroliniensis*, *P. acutifolius*, *P. tenellus*, *P. avicularis*, *P. niruri*, *P. arenicola* formam um grupo contínuo quando se leva em consideração as medidas do diâmetro equatorial, com base na qual é possível separar algumas espécies (figura 159B);

h. os grãos de pólen de *P. hypoleucus*, *P. claussenii*, *P. piranii*, *P. fastigiatus*, *P. rosellus*, *P. leptophyllus*, *P. rosmarinifolius*, *P. glaziovii*, *P. dawsonii*, *P. almadensis* e *P. pinifolius*, formam igualmente, um grupo contínuo, quando se leva em consideração as medidas do diâmetro equatorial, com base na qual é possível separar algumas espécies (figura 159B).

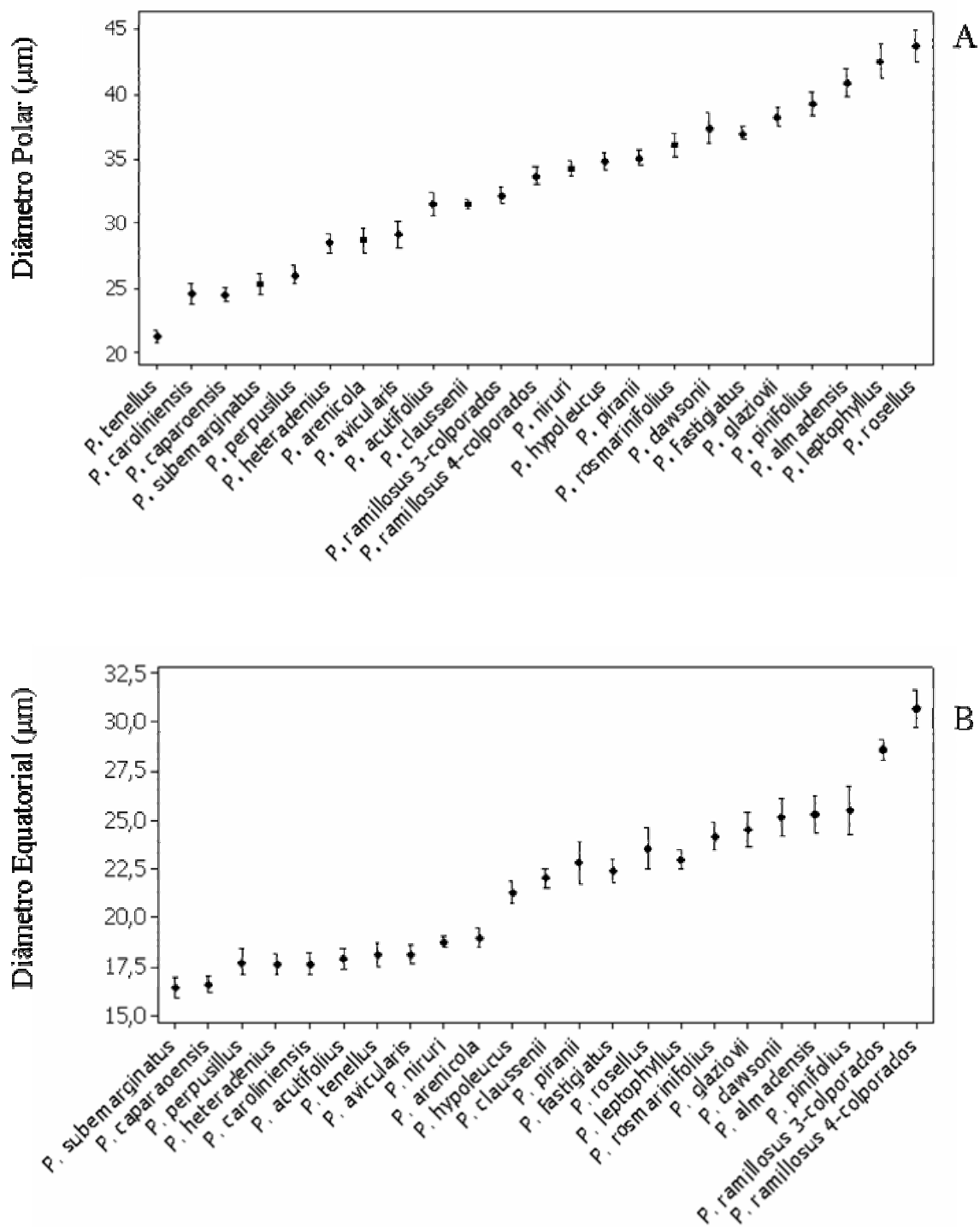


Figura 159. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95% dos grãos de pólen, em vista equatorial, das espécies 4-colporadas de *Phyllanthus*. A. Diâmetro polar. B. Diâmetro equatorial. Os limites superior e inferior representam o intervalo de confiança, os círculos medianos representam a média aritmética. Os valores são dados em μm .

A análise de componentes principais (PCA) para os grãos de pólen das espécies 3-colporadas e 4-colporadas, de *Phyllanthus* foi realizada com base nos seguintes dados quantitativos: Diâmetros Polar e Equatorial, em Vista Equatorial (DPVE, DEVE), Comprimento, largura e margem do colpo (CCOM, CLAR e CMAR), Comprimento, largura e costa da endoabertura (ECOM, ELAR e COST), Exina (EXIN), Sexina (SEXI), Nexina (NEXI) e Teto (TETO).

Em seus dois primeiros eixos, a PCA resumiu 69,16% da variabilidade total dos dados analisados. O primeiro eixo (com 45,15% da variabilidade), apresenta-se altamente relacionado com as variáveis “largura do colpo” e “comprimento da endoabertura” (tabela 14, figura 160), em contrapartida as variáveis menos relacionadas com o eixo foram as medidas de teto e costa (vetores desconsiderados no gráfico).

O segundo eixo da PCA resumiu 24,01% da variação dos dados, estando relacionado principalmente com as variáveis de largura da endoabertura, comprimento do colpo e diâmetro polar em vista equatorial (lado inferior do eixo 2).

As variáveis largura do colpo, comprimento da endoabertura e medidas de exina influenciaram no posicionamento dos dois subtipos (3-colporados e 4-colporados) de *P. ramillosus*, os quais estão posicionados juntos no lado esquerdo do eixo 1 e no lado superior do eixo 2, no entanto, estas espécies estão distantes das demais espécies analisadas. *P. almadensis* e *P. rosellus*, ficaram próximas na análise, porém em lados diferentes do eixo 2; estas espécies possuem em comum altos valores para CCOM, DPVE e ELAR, contudo *P. rosellus* apresentou valores baixos das medidas de exina, ficando assim posicionada do lado direito do eixo 1.

As similaridades entre os valores métricos dos grãos de pólen de *P. pinifolius* e *P. dawsonii*, foi evidenciada na análise, pois as duas espécies aparecem bem correlacionadas no lado esquerdo, na parte inferior da figura 160. Por possuírem os menores valores para quase todas as variáveis analisadas, a maioria das espécies de *Phyllanthus* (3-colporadas e 4-colporadas) encontram-se posicionadas no lado direito, na parte superior. É interessante notar também, que apesar da diferença quanto ao número de aberturas 3-colporadas e 4-colporadas, os valores quantitativos não separam estas espécies em grupos distintos.

Tabela 14. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as espécies 3-colporadas e 4-colporadas de *Phyllanthus*.

Variáveis		Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
DPVE	(diâmetro polar em vista equatorial)	-0.2123	-0.4452
DEVE	(diâmetro equatorial em vista equatorial)	-0.3437	-0.2987
CCOM	(comprimento do colpo)	-0.1146	-0.4691
CLAR	(largura do colpo)	-0.5489	0.1814
CMAR	(margem do colpo)	-0.0764	-0.0158
ECOM	(comprimento da endoabertura)	-0.5007	0.1317
ELAR	(largura da endoabertura)	-0.2569	-0.4694
COST	(costa da endoabertura)	-0.0385	-0.0222
EXIN	(espessura da exina)	-0.3038	0.3141
SEXI	(espessura da sexina)	-0.3065	0.3122
NEXI	(espessura da nexina)	-0.1085	0.1470
TETO	(espessura do teto)	0.0177	-0.0593

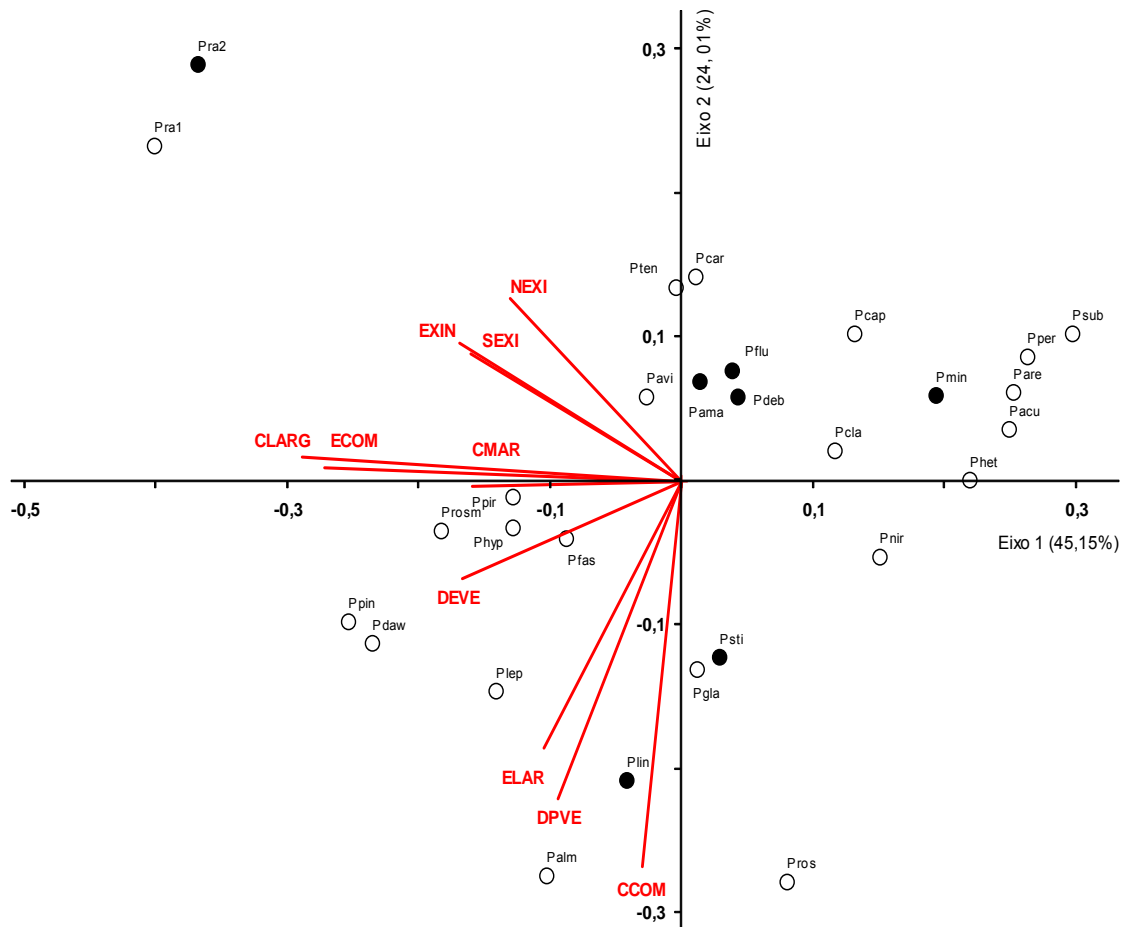


Figura 160. Ordenação, pela PCA, das espécies de *Phyllanthus* em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. (Pacu = *P. acutifolius*; Palm = *P. almadensis*; Pama = *P. amarus*; Pare = *P. arenicola*; Pavi = *P. avicularis*; Pcap = *P. caparaoensis*; Pcar = *P. caroliniensis*; Pcla = *P. clausenii*; Pdaw = *P. dawsonii*; Pdeb = *P. debilis*; Pfas = *P. fastigiatus*; Pflu = *P. fluitans*; Pgla = *P. glaziovii*; Phet = *P. heteradenius*; Phyp = *P. hypoleucus*; Plep = *P. leptophyllus*; Plin = *P. lindbergii*; Pmin = *P. minutulus*; Pnir = *P. niruri*; Pper = *P. perpusillus*; Ppin = *P. pinifolius*; Ppir = *P. piranii*; Pra1 = *P. ramillosus* (4-colporados); Pra2 = *P. ramillosus* (3-colporados); Pros = *P. rosellus*; Prosm = *P. rosmarinifolius*; Psti = *P. stipulatus*; Psub = *P. submarginatus*; Pten = *P. tenellus*) (○ 4-colporados e ● 3-colporados).

Chave polínica para as espécies de *Phyllanthus*

1. Grãos de pólen porados, clipeados *P. bahiensis*
1. Grãos de pólen colporados
2. Pólen 3-colporados
3. Grãos de pólen com 2 endoaberturas (3-diploporados) *P. acuminatus*
3. Grãos de pólen com uma única endoabertura (3-colporados)
4. Exina microrreticulada
5. Endoabertura levemente constricta *P. debilis*
5. Endoabertura não constricta *P. amarus*
4. Exina reticulada
6. Endoabertura lalongada elíptica *P. minutulus*
6. Endoabertura lalongada retangular
7. Largura da endoabertura $> 8,0\mu\text{m}$; exina $< 1,83\mu\text{m}$
na região polar *P. stipulatus*
7. Largura da endoabertura $< 7,0\mu\text{m}$; exina $> 1,90\mu\text{m}$
na região polar
8. exina ca. de $1,97\mu\text{m}$; endoabertura compr. $3,58\mu\text{m}$,
larg. $4,44\mu\text{m}$ *P. fluitans*
8. exina ca. de $2,06\mu\text{m}$; endoabertura compr. $2,84\mu\text{m}$,
larg. $6,96\mu\text{m}$ *P. lindbergii*
2. Pólen 4-colporados
9. Exina microrreticulada
10. Colpos largos; costa $> 1,05\mu\text{m}$
11. Grãos de pólen prolato esferoidais; largura da endoabertura
 $> 5,00\mu\text{m}$ *P. hypoleucus*
11. Grãos de pólen prolatos; largura da endoabertura $< 5,00\mu\text{m}$
12. Número de lumens $\leq 31/25\mu\text{m}^2$; exina na região polar
ca. $1,73\mu\text{m}$ *P. avicularis*
12. Número de lumens $> 32/25\mu\text{m}^2$; exina na região polar
ca. $1,66\mu\text{m}$ *P. caroliniensis*
10. Colpos estreitos; costa $\leq 1,05\mu\text{m}$
13. Comprimento do colpo $> 28,0\mu\text{m}$; número de lumens
 $\geq 29/25\mu\text{m}^2$ *P. almadensis*
13. Comprimento do colpo $< 24,0\mu\text{m}$; número de lumens
 $\leq 29/25\mu\text{m}^2$
14. Exina $> 2,60\mu\text{m}$ de espessura na região do mesocolpo;
margem colpo $> 1,00\mu\text{m}$ *P. heteradenius*
14. Exina $< 2,50\mu\text{m}$ de espessura na região do mesocolpo;
margem colpo $< 0,95\mu\text{m}$ *P. submarginatus*
9. Exina reticulada
15. Número de lumens $< 3/25\mu\text{m}^2$; muros sinuosos *P. ramillosus* 3-colporados
P. ramillosus 4-colporados
15. Número de lumens $> 8/25\mu\text{m}^2$; muros retos
16. Colpos largos $> 2,50\mu\text{m}$

17. Endoabertura lolongada, subcircular *P. piranii*
17. Endoabertura lalongada, elíptica
18. Comprimento do colpo < 30,00 μm
19. Grãos de pólen subprolatos; largura da endoabertura < 4,30 μm *P. tenellus*
19. Grãos de pólen prolatos; largura da endoabertura > 5,00 μm
20. Largura da endoabertura > 6,00 μm ; margem do colpo > 1,20 μm ; exina na região polar ca. 1,82 *P. rosmarinifolius*
20. Largura da endoabertura < 6,00 μm ; margem do colpo < 1,20 μm ; exina na região polar ca. 2,05 *P. fastigiatus*
18. Comprimento do colpo > 30,00 μm ;
21. Largura da endoabertura > 7, 00 μm ; margem do colpo \leq 1,10 μm ; exina na região polar > 2,10 μm *P. dawsonii*
21. Largura da endoabertura < 7, 00 μm ; margem do colpo > 1,10 μm ; exina na região polar < 2,10 μm
22. Comprimento da endoabertura < 4,00 μm ; costa < 1,10 μm ; exina na região polar ca. 1,73 μm *P. leptophyllus*
22. Comprimento da endoabertura > 4,00 μm ; costa > 1,10 μm ; exina na região polar ca. 2,06 μm *P. pinifolius*
16. Colpos estreitos < 2,00 μm
23. Comprimento do colpo > 30,00 μm ;
24. Margem do colpo < 1,00 μm ; compr. da endoabertura 1,89 μm , largura 7,60 μm ; costa < 0,94 μm *P. rosellus*
24. Margem do colpo > 1,00 μm ; compr. da endoabertura 2,65 μm , largura 5,03 μm ; costa > 1,15 μm *P. glaziovii*
23. Comprimento do colpo < 30,00 μm ;
25. Comprimento da endoabertura < 2,00 μm *P. acutifolius*
P. arenicola
P. perpusillus
25. Comprimento da endoabertura > 2,00 μm *P. caparaoensis*
P. clausenii
P. niruri

4. Discussão

Pela revisão da literatura observou-se que poucos são os estudos palinológicos encontrados para os subgêneros *Conami*, *Isocladus* e *Phyllanthus*. A maioria das espécies aqui relacionadas, ainda não tinha sido estudada do ponto de vista palinológico, exceção a *P. acuminatus* (subgênero *Conami*), *P. dawsonii* (subgênero *Isocladus*) *P. almadensis*, *P. amarus*, *P. caroliniensis*, *P. submarginatus* e *P. tenellus* (subgênero *Phyllanthus*).

Neste trabalho os dados polínicos serão discutidos dentro dos grupos formados com base no tipo de abertura.

Grãos de pólen porados: ocorrem em *P. bahiensis* (subgênero *Isocladus*, seção *Paraphyllanthus*) que apresenta grãos de pólen circulares, pantoporados, clipeados.

Até o presente momento não foram encontradas referências bibliográficas para a morfologia polínica de *P. bahiensis*, entretanto Webster & Carpenter (2002) estudando os grãos de pólen de *P. poeppigianus* Müll.Arg. e *P. spruceanus* Müll. Arg. e Halbritter & Hesser (1995), analisando o híbrido *Phyllanthus x elongatus* (Jacq.) Steud. mencionaram a ocorrência deste tipo polínico.

Grãos de pólen com exina clipeada ocorrem em diferentes famílias e em diferentes tribos dentro de uma mesma família. Foram observados, em pelo menos, seis famílias de angiospermas: Berberidaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae *s.l.*, Iridaceae, Malpighiaceae e Martyniaceae (Ferguson & Santisuk 1973, Gentry & Tomb 1979 e Bove 1993). Segundo Halbritter & Hesser (1995) a ocorrência de pólen clipeado em famílias tão pouco relacionadas representam um bom exemplo de caracteres homoplásticos. Os autores salientam, ainda, que existem evidências de que o pólen clipeado poderia estar associado a

um processo idêntico ao da harmomegata. No espécime aqui estudado de *P. bahiensis*, entretanto, não foram observadas as mudanças no volume e na forma, típicas dos grãos de pólen que apresentam este fenômeno.

Grãos de pólen colporados: nas espécies de *Phyllanthus* aqui estudadas os grãos de pólen colporados podem ser agrupados em dois subtipos polínicos. Dentro do grupo de espécies com grãos de pólen 3-colporados, o subgrupo com uma única endoabertura por colpo inclui espécies de duas seções do subgênero *Phyllanthus*: seção *Swartziani* (*P. amarus*, *P. debilis*, *P. lindbergii*, *P. minutulus* e *P. stipulatus*) e seção “*Salviniopsis*” (*P. fluitans*).

Dentre essas espécies, *P. amarus* e *P. debilis* são facilmente diferenciados por possuírem grãos de pólen com exina microrreticulada. Essas espécies diferenciam-se, entre si, pela endoabertura levemente constricta de *P. debilis*. As demais espécies possuem exina reticulada e podem ser separadas pela endoabertura elíptica (*P. minutulus*) ou retangular (demais espécies). *P. fluitans*, *P. lindbergii* e *P. stipulatus* só puderam ser separadas por características quantitativas.

Bor (1979) analisou um único espécime de *P. amarus* das Ilhas Maurício e Reunião e descreveu sua exina como birreticulada, ou seja, com duas camadas de retículos consistindo de um suprarretículo suportado por um teto microrreticulado. Os dados aqui obtidos mostraram exina reticulada.

Os grãos de pólen de um espécime de *P. amarus* ocorrente na Ilha de Barro Colorado (Panamá), foram descritos por Roubik & Moreno (1991), e seus resultados são semelhantes àqueles encontrados neste trabalho, quanto ao tipo de abertura, à forma e ao tamanho dos grãos de pólen. Os autores relataram ainda, a presença de colpos estreitos,

com costa, e retículos homobrocados. No presente estudo, os grãos de pólen de *P. amarus* apresentaram colpos largos, endoabertura com costa e retículos heterobrocados.

Webster (1956) mencionou que os grãos de pólen tricolporados são características primitivas dentro dos gêneros *Phyllanthus*, *Securinega* e *Flueggea*. No gênero *Phyllanthus* grãos de pólen 3-colporados, segundo o autor, ocorrem nas seções *Loxopodium*, *Paraphyllanthus*, *Phyllanthus* e *Urinaria*. Para Punt (1967) a morfologia polínica pode apoiar o posicionamento taxonômico das espécies de *Phyllanthus*, ressaltando, ainda, a existência de espécies mais primitivas e outras mais evoluídas dentro do gênero. Entretanto o autor chama a atenção para o fato de que os grãos de pólen chamados de primitivos são evoluídos quando comparados com os grãos monoaperturados e 3-colpados encontrados nas Magnoliaceae e Ranunculaceae.

Já o subgrupo com duas endoaberturas por colpo (diploporado), ocorre apenas em *P. acuminatus* (subgênero *Conami*, seção *Nothoclema*) que apresenta grãos de pólen subcirculares, 3-diploporados, pilados.

Para Punt (1986) dentro do gênero *Phyllanthus* alguns tipos polínicos do Novo Mundo sofreram a duplicação de suas endoaberturas e as mesmas se deslocaram para as extremidades do colpo. Dentre as espécies analisadas esta característica foi observada apenas em *P. acuminatus*.

P. acuminatus foi estudada palinologicamente por Webster (1956), Punt (1962), Webster & Carpenter (2002) e Sagun & van der Ham (2003). Quanto ao tipo de abertura os resultados apresentados por esses autores são semelhantes aos deste trabalho, já com relação à ornamentação da sexina houve discordância apenas entre os dados de Roubik & Moreno (1991) que a descreveram, sob ML, como baculada; no presente estudo as

observações sob ML e MEV evidenciaram que a exina é pilada. Quanto ao tamanho, apenas os grãos de pólen dos espécimes descritos por Webster & Carpenter (2002) e Sagun & van der Ham (2003) são significativamente menores que os aqui estudados.

Webster & Carpenter (2002), analisando 22 espécies neotropicais do gênero *Phyllanthus* estabeleceram três tipos polínicos para a seção *Nothoclema*, com base nas aberturas e na ornamentação da exina; os autores encontraram três tipos: (a) grãos de pólen diploporados, com exina rugulada (*P. anisobolus* Müll.Arg., *P. caymanensis* G.L.Webster, *P. graveolens* Kunth e *P. mocinianus* Baill.); (b) grãos de pólen diploporados, com exina pilada (*P. acuminatus* e *P. mcvaughii* G.L.Webster); e (c) grãos de pólen pantoporados, com poros obscuros em MEV e exina pilada (*P. brasiliensis* (Aubl.) Poir., *P. pavonianus* Baill. *P. subglomeratus* Poir.). A diversidade polínica dentro da seção *Nothoclema* foi citada por Webster (2003) como um aspecto taxonômico importante.

Segundo Sagun & van der Ham (2003) ocorrem grãos de pólen diploporados na subtribo Flueggeinae (Euphorbiaceae *s.l.*), nos gêneros *Breynia*, *Sauropus* e *Phyllanthus* e nas famílias Myoporaceae, Primulaceae, Saxifragaceae e Scrophulariaceae.

Grãos de pólen 4-colporados ocorrem em espécies de dois subgêneros: *Isocladius* seção *Loxopodium* (*P. caroliniensis*), seção *Antipodanthus* (*P. dawsonii*, *P. pinifolius*, *P. ramillosus*, *P. rosmarinifolius*) e *Phyllanthus*, seção *Pentandra*. (*P. tenellus*) e seção *Phyllanthus* (*P. acutifolius*, *P. almadensis*, *P. arenicola*, *P. avicularis*, *P. caparaoensis*, *P. clausenii*, *P. fastigiatus*, *P. glaziovii*, *P. heteradenius*, *P. hypoleucus*, *P. leptophyllus*, *P. niruri*, *P. perpusillus*, *P. piranii*, *P. submarginatus* e *P. rosellus*) que apresentam grãos de pólen prolato-esferodais a prolatos, 4-colporados, microrreticulados a reticulados.

Phyllanthus ramillosus diferencia-se de todas as outras espécies, com grãos de pólen 4-colporados, por apresentar exina reticulada com lumens grandes e muros sinuosos.

As espécies *P. caroliniensis* (subgênero *Isocladus*, seção *Loxopodium*), *P. almadensis*, *P. avicularis*, *P. heteradenius*, *P. hypoleucus* e *P. submarginatus* (subgênero *Phyllanthus*, seção *Phyllanthus*) são facilmente isoladas por possuírem exina microrreticulada. Essas espécies apresentam, entre si, diferenças nas características como a forma dos grãos de pólen, a largura e o comprimento do colpo, a espessura da exina e o número de lumens, o que pode ser evidenciado na chave polínica aqui apresentada.

Já *Phyllanthus piranii*, *P. tenellus*, *P. rosmarinifolius*, *P. fastigiatus*, *P. dawsonii*, *P. leptophyllus*, *P. pinifolius*, *P. rosellus* e *P. glaziovii* compõem um outro subgrupo dentro do grupo com grãos de pólen 4-colporados, caracterizado pela exina reticulada.

Estas espécies diferenciam-se, entre si, por características semelhantes àquelas indicadas para o subgrupo com exina microrreticulada, ou seja, forma do grão de pólen, número de lumens, largura e comprimento do colpo, tipo de endoabertura, largura e comprimento da endoabertura, margem do colpo e medidas da costa.

Com base no comprimento das endoaberturas foi possível separar os grãos de pólen das espécies *P. acutifolius*, *P. arenicola* e *P. perpusillus* dos de *P. caparacensis*, *P. clausenii* e *P. niruri* (subgen. *Phyllanthus*, seção *Phyllanthus*). Foi impossível distinguir essas espécies por meio de caracteres qualitativos e quantitativos, ressaltando dessa forma o caráter estenopolínico dessas.

As espécies *P. almadensis* e *P. submarginatus* do subgênero *Phyllanthus*, seção *Phyllanthus* foram estudadas palinologicamente por Webster & Carpenter (2002), os quais mencionam que a seção *Phyllanthus* apresenta grãos de pólen 3- ou 4-colporados. Nos

espécimes aqui estudados, diferentemente, os grãos de pólen são 4-colporados. Os dados deste trabalho mostraram, ainda, exina com ornamentação microrreticulada, sendo esta observação contrária à de Webster & Carpenter (2002) que a descrevem como tectado-perfurada (*P. almadensis*) e semitectado-reticulada (*P. submarginatus*); com relação ao tamanho, os grãos de pólen descritos por Webster & Carpenter (2002) são significativamente menores que os aqui estudados.

Quando os dados aqui obtidos para *P. caroliniensis* (seção *Loxopodium*) são confrontados com os de Punt (1987) que também estudou a espécie, eles concordam quanto ao tipo de abertura (4-colporada) e forma (prolata). Constatou-se divergências quanto à ornamentação dos grãos de pólen que foi descrita como reticulada por Punt (1987), ao passo que os espécimes de *P. carolinensis* aqui analisados foram definidos como microrreticulados.

Webster & Carpenter (2002) descreveram os grãos de pólen de *P. dawsonii* (subgênero *Isocladius*, seção *Antipodanthus*) com tamanho de 38-39 x 26-27 μm , 3-colporados e com exina tectado-perfurada; verificou-se no presente estudo que os grãos de pólen dos quatro espécimes examinados são do mesmo tamanho, mas apresentam aberturas 4-colporadas e exina reticulada.

Ao estudar as espécies ruderais do gênero *Phyllanthus* no Rio de Janeiro, Campos (1996) descreveu os grãos de pólen de *P. tenellus* como pequenos, suboblato (20,2 x 23,4 μm), 3-(4) colporados, colpos estreitos e exina reticulada; verificou-se uma concordância em relação ao tipo de ornamentação, entretanto constatou-se uma divergência em relação à forma, número de aberturas e largura dos colpos dos grãos de pólen que foram descritos nos

espécimes aqui estudados como subprolatos, 4-colporados, com colpos largos e exina reticulada.

Bor (1979), ao estudar grãos de pólen de *P. tenellus* sob ML e MEV, mencionou a presença de lumens maiores, irregulares, entremeados por lumens menores. Esta característica não foi observada, sob ML, nos dois espécimes aqui analisados.

No presente trabalho o tipo de ornamentação foi definida em microscopia óptica. Entretanto a análise sob microscopia eletrônica de varredura em *P. clausenii*, *P. fastigiatus* e *P. piranii* revelou grãos de pólen com retículos diferenciados apresentando lumens no fundo de depressões no teto.

Pragłowski (1971) menciona, em seu trabalho sobre retículos e exinas correlacionadas, a presença de uma estrutura complexa de báculas nos grãos de pólen de *Fagopyrum esculentum* Moench (Polygonaceae) onde a sexina é constituída por um teto espesso descontínuo, provido de orifícios levemente cônicos, com ca. de 1µm ou menos no seu diâmetro distal, as áreas “do muro”, entre elas, aparecem em foco alto como um retículo; sobre cada borda do orifício há sempre cinco báculas infratectais, freqüentemente unidas em suas terminações próximas por um tronco basal comum situado abaixo desse orifício tectal. No segundo tipo a exina de *Tilia platyphylla* Scop. (Tiliaceae), *Theligonum japonicum* Ôkubo & Makino (Theligonaceae) e em algumas Acanthaceae apresentam um teto contínuo pertectado (não reticulado), o teto também consistindo de áreas horizontais e de partes mais ou menos inclinadas de concavidades tectais (funil); cada uma dessas concavidades seria sustentada por uma bácula infratectal. Bor (1979) salienta que várias espécies de *Phyllanthus*, especialmente do grupo “*phillireifolius*” são birreticuladas e

normalmente essa ornamentação tem sido erroneamente interpretada como uma estrutura *Tilia*.

Não foi possível afirmar que nas espécies *P. claussenii*, *P. fastigiatus* e *P. piranii* a sexina possua uma das estruturas mencionadas por Praglowski (1971) e nem a ornamentação birreticulada de Bor (1979). Dessa forma, serão necessários estudos mais aprofundados, especialmente de microscopia eletrônica de transmissão para a elucidação correta da estratificação da exina dessas espécies.

Implicações taxonômicas

Taxonomicamente o gênero *Phyllanthus*, assim como outros da subfamília Phyllanthoideae, foram agrupados por não possuírem grãos de pólen espinhosos (Webster 1967, 1987, 1994a, b, Judd *et al.* 1999).

Webster utilizou, além dos caracteres vegetativos e reprodutivos tradicionais, a morfologia polínica para o reconhecimento de subgêneros e seções em *Phyllanthus* (Webster 1956, 1957, 1958, 1967, 1970, 2002a, b, 2003).

Dos três subgêneros estudados de *Phyllanthus*, destaca-se a seção *Nothoclema*, a maior das três seções neotropicais do subgênero *Conami*. Em 1967, Webster distinguiu esta seção das outras do subgênero *Conami*, com base no disco glandular cupuliforme das flores masculinas e nos grãos de pólen pilados. Posteriormente, Webster & Carpenter (2002), analisando as espécies neotropicais da seção *Nothoclema*, observaram o caráter euripolínico do grupo, ao descreverem três tipos polínicos diferenciados pelas aberturas e ornamentação da exina.

No presente trabalho, a única espécie estudada da seção *Nothoclema* foi *P. acuminatus*. Quando se comparam as características polínicas dessa espécie com as de algumas espécies estudadas por Webster & Carpenter (2002), nota-se que *P. acuminatus* apresentou semelhança morfopolínica com *P. anisobus*, *P. graveolens*, *P. caymanensis*, *P. mcvaughii* e *P. mocinianus* em razão dos grãos de pólen 3-diploporados, mas diverge de *P. brasiliensis*, *P. pavonianus* e *P. subglomeratus* Poir., com grãos de pólen pantoporados.

Segundo Webster & Carpenter (2002), a ocorrência de colpos diploporados em vários subgêneros de *Phyllanthus* indica a natureza homoplásica deste caráter.

O subgênero *Isocladus* apresenta nove seções e se caracteriza por apresentar ramificação não especializada, flores produzidas nos últimos ou penúltimos eixos, grãos de pólen 3-4-colporados ou clipeados (areolados), sementes lisas ou verrucosas (Webster 1970). No presente trabalho foram estudadas sete espécies das seções *Antipodanthus*, *Loxopodium* e *Paraphyllanthus* desse subgênero.

A seção *Antipodanthus* apresenta cerca de 15 espécies, cinco das quais são brasileiras e as demais, são nativas da Austrália. As espécies americanas distinguem-se das australianas por apresentarem anteras com rimas horizontais e filetes unidos (Webster 2002a). As espécies das seções *Antipodanthus* e *Paraphyllanthus* são morfologicamente muito semelhantes, mas a última difere por apresentar filotaxia espiralada, anteras com rimas verticais e flores pistiladas com disco segmentado (Webster 2002a).

Da seção *Antipodanthus* foram estudadas *P dawsonii*, *P pinifolius*, *P. ramillosus* e *P. rosmarinifolius*. A forma e as características quantitativas dos grãos de pólen auxiliará na circunscrição dessas espécies.

Para a seção *Paraphyllanthus*, a única espécie estudada, *P. bahiensis*, caracteriza-se por apresentar grãos de pólen pantoporados, com exina clipeada. Segundo Webster & Carpenter (2002) este tipo de ornamentação ocorre também em várias seções do subgênero *Xylophylla*. *P. bahiensis* apresentou morfologia polínica distinta das outras espécies das seções *Antipodanthus* e *Paraphyllanthus*, confirmando o caráter euripolínico do subgênero *Isocladus*.

A seção *Loxopodium* reúne espécies caracterizadas, principalmente, pelas folhas e ramos dísticos, com padrão de ramificação não filantóide e inflorescências axilares. *P. caroliniensis* é a espécie com maior variação morfológica dentro do gênero *Phyllanthus* no

Novo Mundo (Webster 1970). Em concordância, Hunziker (1967 *apud* Ulysséa & Amaral 1997) cita como exemplo, flor pistilada com disco inteiro em exemplares da Argentina e 6-lobada em espécimes do Brasil, Porto Rico e outras localidades da Argentina. Os estudos revelaram que *P. caroliniensis*, única espécie aqui estudada da seção, possui grãos de pólen 4-colporados, com exina microrreticulada.

Na circunscrição do subgênero *Phyllanthus*, a maior parte das espécies apresenta hábito herbáceo ou arbustivo, ramificação filantóide, androceu constituído por 2 ou 3 estames, raramente 4, grãos de pólen 3-4-colporados, finamente reticulados a psilados e sementes costadas ou verrucosas (Webster 1957, 1970).

Inicialmente, Pax & Hoffmann (1921) haviam posicionado *P. tenellus* na seção *Florinbundi* Pax & Hoffm., a qual foi incluída por Webster (1957) no subgênero *Kirganelia* (Juss.) Webster, cuja morfologia polínica é bem diversificada, apresentando grãos de pólen 3-4-colporados ou diploporados e exina pilada, rugulada ou reticulada. Posteriormente, Webster (2002b) transferiu *P. tenellus* para a seção *Pentandra*, subgênero *Phyllanthus* por apresentar 5 estames livres, címulas bissexuais, grãos de pólen 4-colporado e sementes puncticuladas.

As espécies da seção *Pentandra* são muito semelhantes às das outras seções do subgênero *Phyllanthus* no Brasil, principalmente no que se refere ao hábito e a morfologia das partes vegetativas em geral, com exceção, da seção *Choretropsis*, cujas espécies apresentam cladódios. *P. tenellus* apresenta afinidade polínica com as espécies das subseções *Niruri* e *Clausseniani* da seção *Phyllanthus*, do subgênero *Phyllanthus* e com as da seção *Antipodanthus* do subgênero *Isocladus*, por possuírem grãos de pólen 4-colporados com exina reticulada.

No Brasil, a maioria das espécies do gênero *Phyllanthus* encontra-se na seção *Phyllanthus*, a qual é composta por cinco subseções americanas: *Almadenses*, *Clausseniani*, *Niruri* e *Swartziani* com cerca de 30 espécies e *Pentaphylli* representada por espécies endêmicas do Caribe (Webster 2002b).

A subseção monotípica *Almadenses* apresenta ramificação filantóide única no gênero, com cada ramo apresentando apenas duas folhas; entretanto, a presença de um filete longo, segundo Webster (2002b), sugere a proximidade de *P. almadensis* com as espécies da subseção *Clausseniani*.

Os grãos de pólen de *P. almadensis* são semelhantes aos das espécies *P. hypoleucus*, *P. heteradenius*, *P. submarginatus* (subseção *Clausseniani*) e *P. caroliniensis* (seção *Loxopodium*) por serem pólen 4-colporados com exina microrreticulada.

Para Webster (2002b), a subseção *Clausseniani*, com 17 espécies endêmicas no Brasil, dez das quais aqui estudadas, ocorre em diversos habitats: restingas, florestas úmidas e estacionais e campos rupestres. A subseção foi estabelecida, com base na morfologia peculiar de suas anteras profundamente emarginadas ou com tecas distintas e estipitadas. Segundo Webster (2002b), *P. fastigiatus*, endêmica da região de Ouro Preto, é facilmente reconhecida entre as espécies da subseção *Clausseniani* por seu hábito prostrado (Webster 2002b). As espécies da subseção *Clausseniani* aqui analisadas, aparecem em dois agrupamentos segundo a ornamentação: *P. heteradenius*, *P. hypoleucus* e *P. submarginatus* com exina microrreticulada e, *P. acutifolius*, *P. arenicola*, *P. caparaoensis*, *P. claussenii*, *P. fastigiatus*, *P. glaziovii* e *P. piranii* com exina reticulada.

A subseção *Niruri* possui cinco espécies; destas, quatro ocorrem no Brasil (Webster 2002b). No presente estudo foram analisadas *P. rosellus*, *P. perpusillus* e *P. niruri*.

No presente trabalho foi possível reconhecer diferenças palinológicas entre *P. rosellus*, *P. perpusillus* e *P. niruri* com base no comprimento do colpo e da endoabertura de seus grãos de pólen.

A subseção *Swartziani* possui 25 espécies com distribuição pantropical (Webster 2002b). Das oito espécies brasileiras desta subseção, *P. leptophyllus* é a única endêmica do país, e seu posicionamento nesta seção é duvidoso. Segundo o autor, *P. debilis* muitas vezes é facilmente confundida com *P. tenellus* (seção *Pentandra*), embora esta última apresente pedicelos dos frutos mais longos e androceu com 5 estames livres (Webster 2002b). Além disso a morfologia polínica aqui estudada, mostrou características distintas para as duas espécies. Enquanto *P. debilis* apresenta grãos de pólen 3-colporados, os de *P. tenellus* são 4-colporados.

Webster (1970) relatou que *P. stipulatus* pode apresentar uma forma vigorosa e bastante ramificada, com folhas grandes e de cor verde bem intensa e outra, mais delicada, menos ramificada com folhas menores e de coloração avermelhada. Este fato se dá pela plasticidade fenotípica da espécie.

Das seis espécies dessa subseção aqui estudadas, *P. amarus*, *P. debilis*, *P. lindbergii*, *P. minutulus* e *P. stipulatus* apresentam grãos de pólen 3-colporados, enquanto *P. leptophyllus* possui grãos de pólen 4-colporados.

Webster não incluiu a espécie *P. avicularis* em nenhuma das subseções brasileiras da seção *Phyllanthus*. A espécie aqui analisada apresenta grãos de pólen 4-colporados com exina microrreticulada revelando afinidade polínica com *P. almadensis* (subseção *Almadenses*), *P. hypoleucus*, *P. heteradenius*, *P. submarginatus* (subseção *Clausseniani*) e *P. caroliniensis* (seção *Loxopodium*).

Embora Brunel (1987) tenha posicionado *P. fluitans* na seção “*Salviniopsis*” subgênero *Phyllanthus*, esta classificação não foi aceita por autores posteriores, e até hoje a espécie é tratada sem classificação infragenérica como proposto por Müller (1866). Este fato pode ser atribuído ao seu hábito aquático flutuante. *P. fluitans* apresenta grãos de pólen 3-colporados com exina reticulada semelhantes aos de *P. lindberggi*, *P. minutulus* e *P. stipulatus* (subseção *Swartziani*)

Merece destaque o fato de que foram encontrados grãos de pólen com diferentes tipos de abertura entre as espécies do subgênero *Isocladus* aqui analisadas o que, de certa forma, corrobora o trabalho de Kathriarachchi *et al.* (2006) que reconheceu o não monofiletismo deste subgênero. Deve-se ressaltar também a situação do subgênero *Conami*, que apresenta uma característica polínica única: grãos de pólen diploporados. Já no subgênero *Phyllanthus*, as diferenças polínicas encontradas entre as espécies residiram principalmente no número de aberturas e na ornamentação. Essas características, permitiram separar, entre si, a maioria das espécies, embora não tenham guardado relação com as seções e subseções.

Tanto no caso do subgênero *Phyllanthus* quanto do subgênero *Isocladus*, portanto, os dados polínicos foram úteis na separação das espécies, embora não tenham refletido a subdivisão infra-genérica. Essa situação talvez esteja relacionada com o fato de ambas as seções não serem monofiléticas, como apontado por Kathriarachchi *et al.* (2006).

5. Resumo

Foram estudados os grãos de pólen de 30 espécies dos subgêneros *Conami* (Aubl.) G.L. Webster, *Isocladus* G.L. Webster e *Phyllanthus* do gênero *Phyllanthus* L. ocorrentes no Brasil. Os materiais polínicos foram obtidos a partir de exsicatas depositadas nos herbários HUEFS, SP, SPF, UB, UEC e NY. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos descritos e fotografados sob microscopia óptica e, em alguns casos, também sob microscopia eletrônica de varredura. As medidas receberam tratamento estatístico adequado ao tamanho da amostra. Os dados quantitativos foram, também, ordenados através de PCA, visando avaliar se eles permitiriam a delimitação de grupos. De acordo com a abertura dos grãos de pólen as espécies estudadas foram classificadas em dois tipos polínicos: tipo I: grãos de pólen porados - pantoporados, clipeados (*P. bahiensis* Müll. Arg., subgênero *Isocladus*). Tipo II: grãos de pólen colporados - II.1a. - 3-colporados com uma única endoabertura por colpo, exina microrreticulada (*P. amarus* Schumach. & Thonn. e *P. debilis* Klein ex Willd., subgênero *Phyllanthus*) a reticulada (*P. fluitans* Benth. ex Müll. Arg., *P. lindbergii* Müll. Arg., *P. minutulu* Müll. Arg., *P. stipulatus* (Raf.) G.L. Webster, subgênero *Phyllanthus*); II.1b. - 3-colporados com duas endoaberturas por colpo, pilados (*P. acuminatus* Vahl, subgênero *Conami*); II.2. - 4-colporados, exina microrreticulada (*P. avicularis* Müll. Arg., *P. almadensis* Müll. Arg., *P. heteradenius* Müll. Arg., *P. hypoleuscus* Müll. Arg., *P. submarginatus* Müll. Arg., subgênero *Phyllanthus* e *P. caroliniensis* Walter, subgênero *Isocladus*) a reticulada (*P. acutifolius* Poir. ex Spreng., *P. arenicola* Casar., *P. caparaensis* G.L. Webster, *P. clausenii* Müll. Arg., *P. fastigiatus* Mart. ex Müll. Arg., *P. glaziovii* Müll. Arg., *P. leptophyllus* Müll. Arg., *P. niruri* L., *P.*

perpusillus Baill., *P. piranii* G.L. Webster, *P. rosellus* Müll. Arg., e *P. tenellus* Roxb., subgênero *Phyllanthus* e *P. dawsonii* Steyerm., *P. pinifolius* Baill., *P. ramillosus* Müll. Arg., *P. rosmarinifolius* Müll. Arg., subgênero *Isocladius*). Os dados polínicos permitiram a confecção de uma chave polínica e a separação de diferentes espécies ou grupo de espécies. O subgênero *Conami* apresentou grãos de pólen diploporados. Tanto no caso do subgênero *Phyllanthus* quanto do subgênero *Isocladius* os dados polínicos foram úteis na separação das espécies, embora não tenham refletido a subdivisão infra-genérica.

6. Abstract

Pollen grains of thirty species of the genus *Conami* (Aubl.) G.L. Webster, *Isocladus* G.L. Webster and *Phyllanthus* genus of *Phyllanthus* L. from Brazil were studied. The material for this study was taken from exsiccates of the following herbaria: HUEFS, SP, SPF, UB, UEC and NY. The pollen grains were acetolysed, measured, described and photographed by optical microscopy and, in some cases, also under scanning electron microscopy. The measures were statically treated according to the sample size. The quantitative data were also ordinated using PCA to verify the delimitation of groups of species. According to the aperture of the pollen grains the species studied were classified in two types: Type I: grains of pollen porate - pantoporate, clypeate (*P. bahiensis* Müll. Arg., subgenus *Isocladus*). Type II: the pollen grains colporate - II.1a. - 3-colporate with a single endoaperture by colpus, exine microreticulate (*P. amarus* Schumacher & Thonn. e *P. debilis* Klein ex Willd., subgenus *Phyllanthus*) the reticulate (*P. fluitans* Benth. ex Müll. Arg., *P. lindbergii* Müll. Arg., *P. minutulu* Müll. Arg., *P. stipulatus* (Raf.) G.L. Webster, subgenus *Phyllanthus*); II.1b. - 3-colporate with doubling endoaperture by colpus, pilate (*P. acuminatus* Vahl, subgenus *Conami*); II.2. - 4-colporate, exine microreticulate (*P. avicularis* Müll. Arg., *P. almadensis* Müll. Arg., *P. heteradenius* Müll. Arg., *P. hypoleucus* Müll. Arg., *P. submarginatus* Müll. Arg., subgenus *Phyllanthus* and *P. caroliniensis* Walter, subgenus *Isocladus*) the reticulate (*P. acutifolius* Poir. ex Spreng., *P. arenicola* Casar., *P. caparaoensis* G.L. Webster, *P. claussenii* Müll. Arg., *P. fastigiatus* Mart. ex Müll. Arg., *P. glaziovii* Müll. Arg., *P. leptophyllus* Müll. Arg., *P. niruri* L., *P. perpusillus* Baill., *P. piranii* G.L. Webster, *P. rosellus* Müll. Arg., and *P. tenellus* Roxb., subgenus *Phyllanthus* and *P. dawsonii* Steyerem., *P. pinifolius* Baill., *P. ramillosus* Müll.

Arg., *P. rosmarinifolius* Müll. Arg., subgenus *Isocladus*,). Pollinic data led to a pollinic key construction and different separation or species groups. The subgenus *Conami* presented diploporate grains of pollen. As for subgenus *Phyllanthus* or the subgenus *Isocladus* growth data were useful in the separation of species, however they did not reflect the intrageneric subdivision.

7. Literatura citada

- Allem, A.C.** 1977. Notas taxonômicas sobre as tribos Phyllantheae, Dalechamptieae e Manihotieae (Euphorbiaceae Juss.) no Rio Grande do Sul. *Iheringia* 22: 3-5.
- Amaral, L.G. & Ulysséa, M.** 1993 Considerações sobre a identificação de espécies de *Phyllanthus* (Quebra-pedra). *Insula* 22: 21-38.
- APG** 2003. An update of the Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Barth, O.M. & Melhem, T.S.** 1988. Glossário Ilustrado de Palinologia. Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Bor, J.** 1979. Pollen morphology and the bi-reticulate exine of the *Phyllanthus* species (Euphorbiaceae) from Mauritius and Réunion. *Review of Palaeobotany and Palynology* 27: 149-172.
- Bove, C.P.** 1993. Pollen morphology of Bignoniaceae of Southern Brazil Atlantic forest. *Grana* 32: 330-337.
- Brunel J.F.** 1987. Sur le genre *Phyllanthus* L. et quelques genres voisins de la tribu des Phyllantheae Dumort. (Euphorbiaceae, Phyllantheae) en Afrique intertropicale et à Madagascar, Ph.D. dissertation, Université Louis Pasteur, Strasbourg, França.
- Brunel J.F. & Roux J.** 1981. *Phyllanthus* subsect. *Odontadenii* (Euphorbiaceae) au nord du fleuve Congo (Afrique de l'Ouest). *Willdenowia* 11: 69-90.
- Campos, D.L.** 1996. *Phyllanthus* L. (Euphorbiaceae) - Espécies e subespécies ruderais ocorrentes no município do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- Carneiro-Torres, D.S., Cordeiro, I. & Giulietti A.M.** 2003. O gênero *Phyllanthus* L. (Euphorbiaceae) na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 17: 267-280.
- Chase, M.W., Zmartzty S., Lledó, M.D., Wurdack, K.J., Swesen, S.M. & Fay, M.F.** 2002. When in doubt, put it in Flacourtiaceae: a molecular phylogenetic analysis based on plastid *rbcL* DNA sequences. *Kew Bulletin* 57: 141-181.
- Cordeiro, I.** 1992. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Euphorbiaceae. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 13: 169-217.
- Cordeiro, I.** 1995. Euphorbiaceae. *In*: B.L. Stannard (ed.). *Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil*. Kew, Royal Botanic Garden, pp. 300-317.
- Cordeiro, I. & Carneiro-Torres, D.S.** 2004. A new species of *Phyllanthus* (Phyllanthaceae) from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Botanical Journal of the Linnean Society* 146: 247-250.
- Erdtman, G.** 1952. Pollen morphology and plant taxonomy Angiosperms. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- Erdtman, G.** 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Ferguson, I.K. & Santisuk, T.** 1973. Notes on the pollen morphology of some Asiatic Bignoniaceae. *Kew Bulletin* 28: 187-194.
- Gentry, A.H. & Tomb, A.S.** 1979. Taxonomic implications of Bignoniaceae palynology. *Annals Missouri Botanical Garden* 66: 756-777.
- Govaerts, R., Frodin, D.G. & Radcliffe-Smith, A.** 2000. World checklist and bibliography of Euphorbiaceae (with Pandaceae). v. 4 Royal Botanic Gardens, Kew.

- Halbritter, H. & Hesse, M.** 1995. The convergent evolution of exine shields in angiosperm pollen. *Grana* 34: 108-119.
- Halbritter H., Weber, M., Zetter, R., Frosch-Radivo, A., Buchner, R. & Hesse, M.** 2006. PalDat - Illustrated Handbook on Pollen Terminology. http://www.paldat.org/Paldat_Terminology_small.pdf (acesso em 20.08.2007)
- Hoffmann, P., Kathriarachchi, H. & Wurdack, K.J.** 2006. A phylogenetic classification of Phyllanthaceae (Malpighiales; Euphorbiaceae *s.l.*). *Kew Bulletin* 61: 37-53.
- Holmgren, P.K., Holmgren, N.H.** 1998. Online edition of Index Herbariorum <http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp> (acesso em 05.07.2007).
- Hunter, J.T. & Bruhl, J.J.** 1997. Two new species of *Phyllanthus* and notes on *Phyllanthus* and *Sauropus* (Euphorbiaceae: Phyllanthaceae) in New South Wales. *Telopea* 7: 149-165.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A. & Stevens, P.F.** 1999. *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Kathriarachchi, H., Hoffmann, P., Samuel, R., Wurdack, K.J. & Chase, M.W.** 2005. Molecular phylogenetics of Phyllanthaceae inferred from 5 genes (plastid *atpB*, *matK*, 3' *ndhF*, *rbcL*) and nuclear *PHYC*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 36: 112-134.
- Kathriarachchi, H., Samuel, R., Hoffmann, P., Mlinarec, J. Wurdack, K.J. Ralimanana, H., Stuessy, T.F., & Chase, M.W.** 2006. Phylogenetics of tribe Phyllanthaceae (Phyllanthaceae; Euphorbiaceae *sensu lato*) based on nrITS and plastid *matK* DNA sequence data. *American Journal of Botany* 93: 637-655.

- Kawakita, A. & Kato, M.** 2004. Evolution of obligate pollination mutualism in New Caledonian *Phyllanthus* (Euphorbiaceae). *American Journal of Botany* 91: 410-415.
- Köhler, E.** 1965. Die Pollenmorphologie der biovulaten Euphorbiaceae und ihre Bedeutung für die taxonomie. *Grana* 6: 26-120.
- Köhler, E.** 1967. Über Beziehungen zwischen Pollenmorphologie and Polyploidiestufen im Verwandtschaftsbereich der Gattung *Phyllanthus* (Euphorbiaceae). *Feddes Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis* 74: 159-165.
- Lobreau-Callen, D., Punt, W. & Schmid, M.** 1988. Pollen morphology and taxonomy of the *Phyllanthus* species (Euphorbiaceae) native to New Caledonia. *Review of Palaeobotany and Palynology* 53: 283-304.
- Lorenzi, H. & Matos, F.J.A.** 2002. *Plantas Mediciniais no Brasil Nativas e Exóticas*. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Machado, C.A., Oliveira, P.L. & Mentz, L.A.** 2006. SEM observations on seeds of some herbaceous *Phyllanthus* L. species (Phyllanthaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia* 16: 31-41.
- Marchini, L.C., Moreti, A.C.C.C., Teixeira, E.W., Silva, E.C.A., Rodrigues, R.R. & Souza, V.C.** 2001. Plantas visitadas por abelhas africanizadas em duas localidades do Estado de São Paulo. *Scientia Agricola* 58: 413-420.
- McCune, B. & Mefford, M.J.** 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, version 4.10. MjM Software Design, Oregon.
- Meewis, B. & Punt, W.** 1983. Pollen morphology and taxonomy of the subgenus *Kirganelia* (Jussieu) Webster (Genus *Phyllanthus*, Euphorbiaceae) from Africa. *Review of Palaeobotany and Palynology* 39: 131-160.

- Melhem, T.S. & Matos, M.E.R.** 1972. Variabilidade de forma dos grãos de pólen de *Eriope crassipes* Benth. Labiatae. Hoehnea 2: 1-10.
- Melhem, T.S., Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato, M.S.F. & Golçalves-Esteves, V.L.** 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo 16: 1-104.
- Müller, J.A.** 1866. Euphorbiaceae. *In*: A. De Candolle (ed.). Prodomus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis. Victor Masson, Paris, v. 15, pp. 189-1286.
- Müller, J.A.** 1873. Euphorbiaceae. *In*: C.F.P. Martius & A.G. Eichler (eds.). Flora Brasiliensis. Typographia Regia, Monachii, v. 11, pp. 1-752.
- Pax, F. & Hoffmann K.** 1921. Euphorbiaceae. *In*: A. Engler (ed.). Die Pflanzenwelt Afrikas. Engelmann, Leipzig, v. 3, pp. 22.
- Pio-Corrêa, M.** 1969. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro.
- Pragowski, J.** 1971. Reticulate and allied exines. Grana 11: 79-86.
- Punt, W.** 1962. Pollen morphology of the Euphorbiaceae with special reference to taxonomy. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Punt, W.** 1967. Pollen Morphology of the genus *Phyllanthus* (Euphorbiaceae). Review of Palaeobotany and Palynology 3: 141-150.
- Punt, W.** 1980. Pollen morphology of the *Phyllanthus* species (Euphorbiaceae) occurring in New Guinea. Review of Palaeobotany and Palynology 31: 155-177.
- Punt, W.** 1986. Convergence in some interesting pollen types of *Phyllanthus* (Euphorbiaceae). Canadian Journal of Botany 64: 3127-3129.

- Punt, W.** 1987. A survey of pollen morphology in Euphorbiaceae with special reference to *Phyllanthus* Botanical Journal of the Linnean Society 94: 127-142.
- Punt, W., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A.** 2007. Glossary of pollen and spore terminology. <http://www.biol.ruu.nl/~palaeo/glossary/glo-int.htm> (acesso em 31.01.2008).
- Rossignol, L., Rossignol, M. & Haicour, R.** 1987. A systematic revision of *Phyllanthus* subsection *Urinaria* (Euphorbiaceae). American Journal of Botany 74: 1853-1862.
- Roubik, D.W. & Moreno P., J.E.** 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. Monograph In Systematic Botany. Missouri Botanical Garden 36: 1-268.
- Sagun, V.G. & van der Ham, R.W.J.M.** 2003. Pollen morphology of the *Flueggeinae* (Euphorbiaceae, Phyllanthoideae). Grana 42: 193-219.
- Salgado-Labouriau, M.L.** 1973. Contribuição à palinologia dos cerrados. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- Salgado-Labouriau, M.L., Vanzolini, P.E. & Melhem, T.S.** 1965. Variation of polar axes and equatorial diameters in pollen grains of two species of *Cassia*. Grana Palynologica 6: 98-105.
- Samuel, R., Kathriarachchi, H., Hoffmann, P., Barfuss, M.H.J., Wurdack, K.J., Davis, C.C. & Chase, M.W.** 2005. Molecular phylogenetics of Phyllanthaceae: evidence from plastid matK and nuclear PHYC sequences. American Journal of Botany 92: 132-141.
- Santiago, L.J.M.** 1988. Estudos preliminares da seção *Choretropsis* Mull. Arg. *Phyllanthus* L. (Euphorbiaceae). Bradea 5: 44-49.

- Santiago L.J. M., Louro R.P., Emmerich, M. & Barth, O.M.** 2004. The pollen morphology of *Phyllanthus* (Euphorbiaceae) section *Choretropsis*. Botanical Journal of the Linnean Society 144: 243-250.
- Shepherd, G.J.** 1996. Fitopac 1: manual do usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Silva, J.M. & Sales, M.F.** 2003. O gênero *Phyllanthus* L. (Phyllanthaceae – Euphorbiaceae Juss.) no bioma Caatinga do estado de Pernambuco – Brasil. Rodriguésia 54: 101-126.
- Silva, J.M. & Sales, M.F.** 2007. *Phyllanthus* L. (Phyllanthaceae) em Pernambuco, Brasil. Acta Botânica Brasílica 21: 79-98.
- Smith, L.B., Downs, R.J. & Klein, R.M.** 1988. Euphorbiáceas. In: R. Reitz (ed.) Flora Ilustrada Catarinense. Herbário Barbosa Rodrigues, parte I, pp. 308-313.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H.** 2005. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Ulysséa, M. & Amaral, L.G.** 1997. Contribuição ao estudo do gênero *Phyllanthus* (Euphorbiaceae) ocorrente na Ilha de Santa Catarina, Brasil. Insula 26: 1-28.
- Vieira, S.** 1981. Introdução à Bioestatística. Campus, Rio de Janeiro.
- Webster, G.L.** 1956. A monographic study of the West Indian species of *Phyllanthus* Journal of the Arnold Arboretum 37: 91-122, 217-268, 340-359.
- Webster, G.L.** 1957. A monographic study of the West Indian species of *Phyllanthus* L. Journal of the Arnold Arboretum 38: 51-80, 170-198, 295-373.

- Webster, G.L.** 1958. A monographic study of the West Indian species of *Phyllanthus*.
Journal of the Arnold Arboretum 39: 49-100, 111-212.
- Webster, G.L.** 1967. The genera of Euphorbiaceae in the southeastern United States.
Journal of the Arnold Arboretum 48: 303-430.
- Webster, G.L.** 1970. A revision of *Phyllanthus* (Euphorbiaceae) in the continental United States. Brittonia 22: 44-76.
- Webster, G.L.** 1986. A revision of *Phyllanthus* (Euphorbiaceae) in eastern Melanesia.
Pacific Scienc 40: 88-105.
- Webster, G.L.** 1987. The saga of the spurges: A review of classification and relationships in the Euphorbiales. Botanical Journal of the Linnean Society 94: 3-46.
- Webster, G.L.** 1994a. Classification of the Euphorbiaceae. Annals of the Missouri Botanical Garden 81: 3: 32.
- Webster, G.L.** 1994b. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae.
Annals of the Missouri Botanical Garden 81: 33-144.
- Webster, G.L.** 2002a. Three new sections and a new subgenus of *Phyllanthus* (Euphorbiaceae). Novon 12: 290-298.
- Webster, G.L.** 2002b. A synopsis of the Brazilian taxa of *Phyllanthus* section *Phyllanthus* (Euphorbiaceae). Lundellia. 5: 1-26.
- Webster, G.L.** 2003. A synopsis of *Phyllanthus* section *Nothoclema* (Euphorbiaceae).
Lundellia. 6: 19-36.
- Webster, G.L.** 2004. A synopsis of *Phyllanthus* section *Hylaeanthus* (Euphorbiaceae).
Lundellia. 7: 11-27.

Webster, G.L. & Carpenter, K.J. 2002. Pollen morphology and phylogenetic relationships in neotropical *Phyllanthus* (Euphorbiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 138: 325-338.

Índice de Figuras

Figuras 1-5. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de <i>Phyllanthus bahiensis</i> . 1. Corte óptico. 2-3. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 4. Vista geral (MEV). 5. Detalhe da ornamentação (MEV).....	23
Figuras 6-24. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de <i>Phyllanthus</i> . 6-10. <i>P. amarus</i> . 6. Vista polar. 7. Vista equatorial evidenciando a abertura. 8. Corte óptico. 9-10. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 11-14. <i>P. debilis</i> . 11. Vista equatorial evidenciando a abertura. 12. Corte óptico. 13-14. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 15-18. <i>P. fluitans</i> . 15. Vista equatorial evidenciando a abertura. 16. Corte óptico. 17-18. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 19-24. <i>P. lindbergii</i> . 19. Vista equatorial evidenciando a abertura. 20. Vista equatorial (MEV). 21. Corte óptico. 22-23. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 24. Detalhe da ornamentação (MEV).....	31
Figuras 25-38. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de <i>Phyllanthus</i> . 25-32. <i>P. minutulus</i> . 25. Vista polar. 26. Vista equatorial evidenciando a abertura. 27. Vista equatorial (MEV). 28. Corte óptico. 29-30. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 31. Vista Polar (MEV). 32. Detalhe da ornamentação (MEV). 33-38. <i>P. stipulatus</i> . 33. Vista equatorial evidenciando a abertura. 34. Vista equatorial (MEV). 35-36. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 37. Corte óptico. 38. Detalhe da ornamentação (MEV).....	32
Figura 39. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95% dos grãos de pólen, em vista equatorial, das espécies 3-colporadas de <i>Phyllanthus</i> . A. Diâmetro polar. B. Diâmetro equatorial. Os limites superior e inferior representam o intervalo de confiança, os círculos medianos representam a média aritmética. Os valores são dados em μm	34
Figuras 40-47. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de <i>Phyllanthus acuminatus</i> . 40. Vista polar. 41. Vista equatorial evidenciando a abertura. 42. Corte óptico. 43-45. Análise de L.O., em três níveis de focalização. 46. Detalhe da abertura (MEV). 47. Detalhe da ornamentação (MEV).....	38
Figuras 48-65. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de <i>Phyllanthus</i> . 48-51. <i>P. acutifolius</i> . 48. Vista equatorial evidenciando a abertura. 49. Corte óptico. 50-51. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 52-56. <i>P. almadensis</i> . 52. Vista equatorial evidenciando a abertura. 53. Vista geral (MEV). 54-55. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 56. Detalhe da ornamentação (MEV). 57-59. <i>P. arenicola</i> . 57. Vista equatorial evidenciando a abertura. 58-59. Análise de L.O. em dois níveis de focalização. 60-65. <i>P. avicularis</i> . 60. Vista equatorial evidenciando a abertura. 61. Vista geral (MEV). 62. Corte óptico. 63-64. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 65. Detalhe da ornamentação (MEV).....	50

Figuras 66- 81. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 66-69. *P. caparaoensis*. 66. Vista equatorial evidenciando a abertura. 67-68. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 69. Corte óptico. 70-73. *P. caroliniensis*. 70. Vista equatorial evidenciando a abertura. 71. Corte óptico. 72-73. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 74-81. *P. clausseii*. 74. Vista polar (grãos de pólen 6-colporados). 75. Vista equatorial (grãos de pólen 6-colporados). 76. Vista equatorial (grãos de pólen 4-colporados). 77. Vista equatorial (MEV). 78. Corte óptico. 79-80. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 81. Detalhe da ornamentação (MEV)..... 51

Figuras 82 97. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 82-87. *P. dawsonii*. 82. Vista equatorial evidenciando a abertura. 83. Vista equatorial (MEV). 84. Corte óptico. 85-86. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 87. Detalhe da ornamentação (MEV). 88-93. *P. fastigiatus*. 88- Vista equatorial evidenciando a abertura. 89. Vista equatorial (MEV). 90. Corte óptico. 91-92. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 93. Detalhe da ornamentação (MEV). 94-97. *P. glaziovii*. 94 Vista equatorial evidenciando a abertura. 95- Corte óptico. 96-97. Análise de L.O., em dois níveis de focalização..... 52

Figuras 98-113. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 98-101. *P. heteradenius*. 98. Vista equatorial evidenciando a abertura. 99-100. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 101. Corte óptico. 102-105. *P. hypoleucus*. 102. Vista equatorial evidenciando a abertura. 103. Corte óptico. 104-105. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 106-109. *P. leptophyllus*. 106. Vista equatorial evidenciando a abertura. 107. Corte óptico. 108-109. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 110-113. *P. niruri*. 110. Vista equatorial evidenciando a abertura. 111. Corte óptico. 112-113. Análise de L.O., em dois níveis de focalização..... 53

Figuras 114-129. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 114-117. *P. perpusillus*. 114. Vista equatorial evidenciando a abertura. 115-116. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 117. Corte óptico. 118-122. *P. pinifolius*. 118. Vista polar. 119. Vista equatorial evidenciando a abertura. 120. Corte óptico. 121-122. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 123-129. *P. piranii*. 123. Vista polar (MEV). 124. Vista equatorial evidenciando a abertura. 125. Vista equatorial (MEV). 126. Corte óptico. 127-128. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 129. Detalhe da ornamentação (MEV) 54

Figuras 130-143. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 130-138. *P. ramillosus*. 130. Vista equatorial (grãos de pólen 4-colporados). 131. Vista equatorial (MEV). 132. Vista polar (grãos de pólen 3-colporados). 133. Vista equatorial evidenciando a abertura. 134. Corte óptico. 135. Detalhe da ornamentação (MEV). 136-138. Análise de L.O., em três níveis de focalização. 139-143. *P. rosellus*. 139. Vista equatorial

evidenciando a abertura. 140. Vista equatorial (MEV). 141. Corte óptico. 142-143. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 55

Figuras 144-158. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Phyllanthus*. 144-148. *P. rosmarinifolius*. 144. Vista equatorial evidenciando a abertura. 145. Vista equatorial evidenciando o contorno. 146. Corte óptico. 147-148. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 149-152. *P. submarginatus*. 149. Vista equatorial evidenciando a abertura. 150. Corte óptico. 151-152. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 153-158. *P. tenellus*. 153. Vista equatorial evidenciando a abertura. 154-155. Análise de L.O., em dois níveis de focalização na região das aberturas. 156. Corte óptico. 157-158. Análise de L.O., em dois níveis de focalização..... 56

Figura 159. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95% dos grãos de pólen, em vista equatorial, das espécies 4-colporadas de *Phyllanthus*. A. Diâmetro polar. B. Diâmetro equatorial. Os limites superior e inferior representam o intervalo de confiança, os círculos medianos representam a média aritmética. Os valores são dados em μm 59

Figura 160. Ordenação, pela PCA, das espécies de *Phyllanthus* em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. (Pacu = *P. acutifolius*; Palm = *P. almadensis*; Pama = *P. amarus*; Pare = *P. arenicola*; Pavi = *P. avicularis*; Pcap = *P. caparaoensis*; Pcar = *P. caroliniensis*; Pcla = *P. claussenii*; Pdaw = *P. dawsonii*; Pdeb = *P. debilis*; Pfas = *P. fastigiatus*; Pflu = *P. fluitans*; Pgla = *P. glaziovii*; Phet = *P. heteradenius*; Phyp = *P. hypoleucus*; Plep = *P. leptophyllus*; Plin = *P. lindbergii*; Pmin = *P. minutulus*; Pnir = *P. niruri*; Pper = *P. perpusillus*; Ppin = *P. pinifolius*; Ppir = *P. piranii*; Pra1 = *P. ramillosus* (4-colporados); Pra2 = *P. ramillosus* (3-colporados); Pros = *P. rosellus*; Prosm = *P. rosmarinifolius*; Psti = *P. stipulatus*; Psub = *P. submarginatus*; Pten = *P. tenellus*) (○ 4-colporados e ● 3-colporados)..... 62