

ANGELA MARIA DA SILVA CORRÊA PANDO

Palinotaxonomia de *Pavonia* Cav. (Malvoideae-Malvaceae s.l.), com ênfase nas espécies ocorrentes nas regiões Nordeste e Sudeste do 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
2009**

ANGELA MARIA DA SILVA CORRÊA PANDO

Palinotaxonomia de *Pavonia* Cav. (Malvoideae-Malvaceae s.l.), com ênfase nas espécies ocorrentes nas regiões Nordeste e Sudeste do 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: DRA. MARIA AMÉLIA VITORINO DA CRUZ BARROS

Ficha Catalográfica elaborada pela Seção de Biblioteca do Instituto de Botânica

Pando, Ângela Maria da Silva Corrêa
P189p Palinotaxonomia de *Pavonia* Cav. (Malvoideae-Malvaceae s.l.), com ênfase nas espécies ocorrentes nas regiões nordeste e sudeste do Brasil / Ângela Maria da Silva Corrêa Pando -- São Paulo, 2009.
76 p. il.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2009
Bibliografia.

1. Pólen. 2. Malvaceae. 3. *Pavonia* . I. Título

CDU : 581.33

Dedico

Aos meus pais Tereza e

Jerônimo (*in memoriam*)

À minha filha Ana Luiza

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iv
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	01
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
2.1. Material	10
2.2. Métodos	16
2.2.1. Microscopia óptica	16
2.2.1.1. Medidas dos grãos de pólen	16
2.2.1.2. Análise estatística	17
2.2.2. Microscopia eletrônica de varredura (MEV)	17
2.2.3. Ilustrações	18
2.2.4. Terminologia e descrições polínicas	18
3. RESULTADOS	19
3.1. Subgênero <i>Goetheoides</i>	19
3.2. Subgênero <i>Pavonia</i>	26
3.3. Subgêneros <i>Typhalea</i>	38
3.4. Chave polínica	51
4. DISCUSSÃO	54
5. LITERATURA CITADA	69

Índice de Figuras

Figuras 1-16. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Goetheoides*. 1-4. *P. alnifolia*. 1. Contorno. 2. Corte óptico. 3-4. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 5-7. *P. calyculosa*. 5. Corte óptico. 6-7. Análise de L.O. em dois níveis de focalização. 8-12. *P. crassipedicellata*. 8. Corte óptico. 9. Detalhe da ornamentação (MEV). 10-11. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 12. Detalhe da ornamentação (MEV). 13-16. *P. goetheoides*. 13. Vista geral. 14. Corte óptico. 15-16. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 24

Figuras 17-26. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Goetheoides*. 17-20. *P. makoyana*. 17. Contorno. 18. Corte óptico. 19-20. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 21-26. *P. multiflora*. 21. Vista Geral (MEV). 22. Detalhe mostrando o colpóide. 23. Detalhe do espinho. 24. Detalhe dos espinhos (MEV). 25. Detalhe da estrutura da parede (MEV). 26. Detalhe da ornamentação e do colpóide (MEV). 25

Figuras 27-41. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Pavonia*. 27-30. *Pavonia almasana*. 27. Contorno. 28. Detalhe do espinho. 29-30. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 31-35. *P. garckeana*. 31. Contorno. 32. Detalhe do espinho. 33-34. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 35. Detalhe da ornamentação (MEV). 36-38. *P. glazioviana*. 36. Corte óptico. 37-38. Análise L.O., em dois níveis de focalização. 39-41. *P. guerkeana*. 39. Contorno. 40. Detalhe do espinho e corte óptico. 41. Detalhe da estrutura da parede da exina (MEV) 34

Figuras 42-56. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Pavonia*. 42-44. *P. guerkeana*. 42. Detalhe dos espinhos (MEV). 43-44. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 45-47. *P. hexaphylla*. 45. Detalhe do espinho. 46-47. Análise L.O., em dois níveis de focalização. 48-51. *P. laxifolia*. 48. Vista geral (MEV). 49. Detalhe da ornamentação (MEV). 50. Corte óptico. 51. Detalhe da estrutura da parede da exina (MEV). 52-56. *P. macrostyla*. 52. Corte óptico. 53. Detalhe da estrutura da parede da exina (MEV). 54-55. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 56. Detalhe da ornamentação (MEV) 35

Figuras 57-71. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Pavonia*. 57-60. *P. malacophylla*. 57. Contorno. 58. Corte óptico. 59-60. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 61-64. *P. malvaviscoides*. 61. Vista geral. 62. Corte óptico. 63-64. Análise L.O., em dois níveis de focalização. 65-67. *P. martii*. 65. Corte óptico. 66-67. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 68-71. *P. schrankii*. 68. Vista geral (MEV). 69. Corte óptico. 70. Detalhe da estrutura da parede (MEV). 71. Detalhe da ornamentação (MEV) 36

Figuras 72-86. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Pavonia*. 72-74. *P. serrana*. 72. Corte óptico. 73-74. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 75-78. *P. spinistipula*. 75. Corte óptico. 76-77. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 78. Detalhe mostrando o colpóide. 79-82. *P. varians*. 79. Contorno. 80. Detalhe do espinho. 81-82. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 83-86 *P. viscosa*. 83. Vista geral (MEV). 84. Corte óptico. 85. Detalhe da estrutura da parede (MEV). 86. Detalhe da ornamentação (MEV) 37

Figuras 87-98. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Typhalea*. 87-90. *P. castaneifolia*. 87. Contorno. 88. Corte óptico. 89-90. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 91-93. *P. fruticosa*. 91. Detalhe do espinho. 92-93. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 94-98. *P. nemoralis*. 94. Contorno. 95. Corte óptico. 96-97. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 98. Detalhe da ornamentação (MEV) 43

Figuras 99-106. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Typhalea*. 99-103. *P. sepium*. 99. Detalhe da ornamentação e dos espinhos (MEV). 100. Detalhe do espinho. 101. Detalhe do colpóide. 102-103. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 104-106. *P. stellata*. 104. Detalhe do espinho. 105-106. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 44

Figura. 107. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95% dos diâmetros 1 (A) e diâmetro 2 (B), dos grãos de pólen das espécies dos subgêneros *Goetheoides* Gürke, *Pavonia* Cav. e *Typhalea* DC. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. P.alma = *P. almasana*, P.alni = *P. alnifolia*, P.caly = *P. calyculosa*, P.cast. = *P. castaneifolia*, P.cras = *P. crassipedicellata*, P.frut = *P. fruticosa*, P.garc = *P. garckeana*, P.glaz = *P. glazioviana*, P.goet = *P. goetheoides*, P.guer = *P. guerkeana*, P.hexa = *P. hexaphylla*, P.laxi = *P. laxifolia*, P.macro = *P. macrostyla*, P.mako = *P. makoyana*, P.mala = *P. malacophylla*, P.malv = *P. malvaviscoides*, P.mart = *P. martii*, P.mult = *P. multiflora*, P.nemo = *P. nemoralis*, P.schr = *P. schrankii*, P.sepi = *P. sepium*, P.serr = *P. serrana*, P.spini = *P. spinistipula*, P.stel = *P. stellata*, P.vari = *P. varians*, P.visco = *P. viscosa* 47

Figura 108. Ordenação, pela PCA, das espécies de *Pavonia*, em função das variáveis métricas dos grãos de pólen (tabela 11). P.alma = *P. almasana*, P.alni = *P. alnifolia*, P.caly = *P. calyculosa*, P.cast. = *P. castaneifolia*, P.crassi = *P. crassipedicellata*, P.fruti = *P. fruticosa*, P.garck = *P. garckeana*, P.glazi = *P. glazioviana*, P.goeth = *P. goetheoides*, P.guerk = *P. guerkeana*, P.hexa = *P. hexaphylla*, P.laxi = *P. laxifolia*, P.macro = *P. macrostyla*, P.mako = *P. makoyana*, P.mala = *P. malacophylla*, P.malva = *P. malvaviscoides*, P.marti = *P. martii*, P.multi = *P. multiflora*, P.nemo = *P. nemoralis*, P.schra = *P. schrankii*, P.sepi = *P. sepium*, P.serra = *P. serrana*, P.spini = *P. spinistipula*, P.stella = *P. stellata*, P.vari = *P. varians*, P.visco = *P. viscosa* ▲ = subgênero *Goetheoides*, ● = subgênero *Pavonia*, ▲ = subgênero *Typhalea*. 50

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Dra. Maria Amélia Vitorino da Cruz Barros amiga e companheira de tantos anos de trabalho que não mediu esforços e muitas vezes deixou de compartilhar momentos com sua família para se dedicar ao acompanhamento dessa dissertação com muita competência e seriedade.

À Dra. Gerleni Lopes Esteves, por se disponibilizar a ajudar no tema dessa dissertação, com seu conhecimento da taxonomia de *Pavonia*, e também pela amizade, compreensão e respeito.

Ao Instituto de Botânica que me proporcionou a realização dessa dissertação, com apoio da Diretora Geral Dra. Vera Lúcia Bononi e da atual Diretora da Divisão de Fitotaxonomia, Dra. Mutue Toyota Fujii e ex Dra. Maria da Graça Lapa Wanderley.

À Seção de Dicotiledôneas onde foi desenvolvido todo trabalho de Mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, nas pessoas das Dras. Sônia M. Campos Dietrich, Solange Cristina Mazzoni Viveiro e Rita de Cássia Leone Ribeiro.

Aos funcionários da pós-graduação, Márcia Regina Ângelo e Antonio Aparecido Carlos Borges, pela atenção e dedicação e técnica prestada.

Aos curadores dos Herbários visitados, pela disponibilidade do material, e em especial à Curadoria do Herbário do Instituto de Botânica de São Paulo.

Aos docentes da pós-graduação, pelos ensinamentos preciosos que obtive durante os cursos, assistidos.

À Dra. Therezinha Sant'Anna Melhem, minha primeira mestra de palinologia à qual devo todo conhecimento da área, além de sempre me incentivar a progredir na carreira científica.

Aos colegas da Seção de Dicotiledôneas Dra. Cynthia Fernandes Pinto da Luz e Dr. Luciano Mauricio Esteves pela ajuda e sugestões valiosas.

Às minhas queridas amigas da Seção de Dicotiledôneas, Priscila Rodrigues e Jovelina Maria de Vasconcellos, que tanto me ajudaram, seja por trabalhos técnicos ou burocráticos, mas que de uma forma ou de outra sempre estiveram presentes com muito carinho e amizade.

Ao Dr. Fábio de Barros, pela colaboração da leitura crítica desse trabalho contribuindo com valiosas sugestões.

Ao amigo companheiro em todos os momentos, Dr. Eduardo Custódio Gasparino, pela contribuição no tratamento estatístico.

À Elaine Lima Silva, Bianca Alsina Moreira e Maria Izabel Tauil, pela amizade que compartilhamos durante todos esses anos.

Aos colegas de curso Cíntia Vieira, Rafael Louzada, Marília Duarte, Anderson Santos, Maria Claudia, Cátia Takeuchi, Luciana Fiorato, Gisele de Oliveira e Andréa Nunes.

Ao meu irmão Ângelo Antônio Alves Corrêa, que muito contribuiu com o levantamento bibliográfico desse trabalho.

Aos estagiários e amigos Allan e Vitor pela amizade, e auxílio com o photoshop.

À Dra. Graciela Ana Cuadrado, Professora Titular de Palinologia e Pesquisadora científica da Faculdade de Ciências Exatas e Naturais e Agrimensura da Universidade Nacional do Nordeste (UNNE), Argentina, pela atenção e gentileza em me enviar bibliografia.

Ao Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos da Universidade Federal de Feira de Santana, BA pela análise crítica e recomendação do meu projeto de mestrado.

À Dra. Marileide Dias Saba, da Universidade Federal de Feira de Santana, BA, pela amizade e atenção que me proporcionou durante esse trabalho.

Às pesquisadoras científicas da Seção de Anatomia, Solange, Agnes, Edenise e Adriana, pelo carinho e amizade.

À minha querida filha Ana Luiza, pela compreensão por nesses dois anos não poder me dedicar tanto a ela.

Aos meus queridos pais Tereza e Jerônimo (*in memoriam*) que sempre me incentivaram nos estudos, e pelo carinho e amor que sempre me tiveram.

Aos meus irmãos e irmãs, Maria Luiza, Maria Helena, Cristina, Ricardo e Renato pelo apoio e incentivo durante esse trabalho.

À minha querida e eterna amiga Maria Helena Calheiros Narciso (*in memoriam*).

Aos queridos amigos Maria Antônia, Regina Ramos, Odete e Sr. Lair, por toda amizade e ajuda que me prestaram nos momentos difíceis que passei.

Aos meus médicos Dr. Heron e Dra. Hebe de Moura, que tiveram muita paciência e cuidaram muito bem de minha saúde para que me mantivesse firme durante esse tempo.

Às colegas da Seção de Dicotiledôneas Sra. Laura e Lidiane que sempre se prontificaram a me ajudar com de trâmites de papéis.

Às minhas ex colegas e amigas da Seção de Dicotiledôneas, Hiroko Makino Watanabe, Maria Stella Fernandes Silvestre-Capellato e Sigrid Luiza Jung-Mendaçolli, por ter compartilhado tantos anos de convívio e amizade.

Aos funcionários da Biblioteca do Instituto de Botânica pelo atendimento precioso que me prestaram. Ao José Aparecido do SCTC pela ajuda com pdf.

À secretária da Divisão de Fitotaxonomia Marina Francisca dos Santos, pela atenção que sempre me prestou.

Ao professor de inglês Odair pela revisão do abstract, e também pela amizade que me proporcionou.

Aos docentes da pós-graduação por todo conhecimento que obtive durante os cursos.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização dessa Dissertação.

Resumo

Foram estudados os grãos de pólen de 26 espécies de *Pavonia* Cav. representantes dos subgêneros *Goetheoides* (6 ssp.), *Pavonia* (15 ssp.) e *Typhalea* (5 ssp.) ocorrentes nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. Os materiais polínicos foram retirados de exsicatas depositados nos herbários SP, SPF, UB, HUEFS e RB. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos e fotografados sob microscopia óptica e, em alguns casos, sob microscopia eletrônica de varredura. As medidas receberam tratamento estatístico, de acordo com a amostra. Os dados quantitativos foram, também ordenados através da PCA, visando avaliar se estes permitiriam a delimitação dos táxons. De acordo com as aberturas as espécies formaram dois grupos: 1. grãos de pólen pantoporados com poros associados à colpóides e 2. grãos de pólen pantoporados com poros não associados à colpóides. Dentro do primeiro grupo as espécies separaram-se pelo tamanho dos espinhos e pela ornamentação da exina, ou seja, podem apresentar espinhos médios e região interespinal microrreticulado-espiculada (*P. spinistipula* Gürke) ou espinhos curtos e região interespinal perfurado-granulado-espiculada (*P. calyculosa* A. St.-Hil. & Naudin, *P. multiflora* A. St.-Hil., *P. sepium* A. St.-Hil.). No segundo grupo, as espécies separaram-se pela ornamentação do teto, sendo microrreticulado-espiculado em *P. laxifolia* A. St.-Hil., e perfurado-espiculado-granulado em *P. almasana* Ulbr., *P. alnifolia* A. St.-Hil., *P. castaneifolia* A. St.-Hil. & Naudin, *P. crassipedicellata* Krapov., *P. fruticosa* (Mill.) Fawc. & Rendle, *P. garckeana* Gürke, *P. glazioviana* Gürke, *P. goetheoides* (Hassl.) Fryxell, *P. guerkeana* R.E. Fr., *P. hexaphylla* (S. Moore) Krapov., *P. macrostyla* Gürke, *P. makoyana* E. Morren, *P. malacophylla* (Link & Otto) Garke, *P. malvaviscoides* A. St.-Hil., *P. martii* Colla, *P. nemoralis* A. St.-Hil., *P. schrankii* Spreng., *P. serrana* G.L. Esteves, *P. stellata* (Spreng.) Spreng. *P. varians* Moric. e *P. viscosa* A. St.-Hil. Dentro deste último foram utilizados para distinção das espécies, caracteres dos espinhos, tais como, tamanho, forma do ápice e presença ou não de constrição, espessura da exina e diâmetro dos poros. Os resultados obtidos mostraram que o gênero *Pavonia* é estenopolínico e não corroboraram a delimitação dos subgêneros proposta por Esteves em 1996, com

exceção do subgênero *Typhalea* que se separou dos demais por apresentar os menores grãos de pólen. Entretanto a morfologia polínica foi significativa para a taxonomia do gênero, permitindo a separação das espécies e a confecção de uma chave polínica.

Abstract

The present work was aimed at studying pollen grains of 26 Brazilian species of *Pavonia* Cav. occurring in Northeast and Southeast regions, distributed in three subgenus *Goetheoides* (6 ssp.), *Pavonia* (15 ssp.) and *Typhalea* (5 ssp). Pollen grains were acetolyzed, measured and photographed under light microscope (MO), however, in some cases the scanning electron microscope (SEM) was also applied. The data obtained were subjected to statistical treatment according to the sample size analyzed. The quantitative data were ordinated by using PCA in order to verify the delimitation of taxa. The pollen grains were classified into two groups based on their apertures: 1. pantoporate pollen grains, with colpoid pore association and 2. pantoporate pollen grains, without colpoid pore association. The species of the first group were distinguished by spine length and exine ornamentation, that is, they may present medium spine and tectum microrreticulate-spiculate (*P. spinistipula*) or short spine and tectum perforate-spiculate-granulate (*P. calyculosa* A. St.-Hil. & Naudin, *P. multiflora* A. St.-Hil., *P. sepium* A. St.-Hil.). The species of the second group were distinguished by tectum ornamentation, microrreticulate-spiculate in *P. laxifolia* A. St.-Hil. and perforate-spiculate-granulate in *P. almasana* Ulbr., *P. alnifolia* A. St.-Hil., *P. castaneifolia* A. St.-Hil. & Naudin, *P. crassipedicellata* Krapov., *P. fruticosa* (Mill.) Fawc. & Rendle, *P. garckeana* Gürke, *P. glazioviana* Gürke, *P. goetheoides* (Hassl.) Fryxell, *P. guerkeana* R.E. Fr., *P. hexaphylla* (S. Moore) Krapov., *P. macrostyla* Gürke, *P. makoyana* E. Morren, *P. malacophylla* (Link & Otto) Garke, *P. malvaviscoides* A. St.-Hil., *P. martii* Colla, *P. nemoralis* A. St.-Hil., *P. schrankii* Spreng., *P. serrana* G.L. Esteves, *P. stellata* (Spreng.) Spreng. *P. varians* Moric. and *P. viscosa* A. St.-Hil. In this latter group, we used the following to distinguish the species: size, tip shape, presence or lack of constriction in spine, exine thickness and pore diameters. The results obtained in the present study showed that *Pavonia* is a stenopalinous genus and do not corroborate the delimitation of subgenus by Esteves 1996, except for the *Typhalea* distinguished by presenting smaller pollen grains. However, the pollen morphology was quite important for taxonomy of genus as well as the distinguishing of species, which has led to a pollinic key.

1. Introdução

As famílias Tiliaceae, Sterculiaceae, Bombacaceae e Malvaceae foram situadas nos sistemas tradicionais de classificação, na ordem Malvales (Schumann 1886, Takhtajan 1980, Cronquist 1981). Entretanto, estudos realizados com base na análise combinada de dados morfológicos, anatômicos, palinológicos, químicos e moleculares (Judd & Manchester 1997, Alverson *et al.* 1999, Bayer *et al.* 1999, Nyffeler *et al.* 2005) não corroboraram a separação dessas famílias e apontaram para a existência de uma única família monofilética: Malvaceae *sensu lato*. Os estudos filogenéticos realizados com Malvaceae *s.l.* (Bayer *et al.* 1999), mostraram nove clados considerados como subfamílias: Bombacoideae, Brownlowioideae, Byttnerioideae, Dombeyoideae, Grewioideae, Helicterioideae, Malvoideae, Sterculioideae e Tilioideae.

A subfamília Malvoideae possui cerca de 75 gêneros e 1.500 espécies com distribuição tropical e subtropical, raro nas regiões temperadas, e está dividida em cinco tribos, Hibisceae, Malveae, Gossypae, Decaschitiae e Malvavisceae (Fryxell 1988). No Brasil ocorrem aproximadamente 34 gêneros e cerca de 400 espécies (Barroso *et al.* 1978), amplamente distribuídas em todas as regiões do país e ocupando diversas formações vegetais. Os maiores gêneros da subfamília são *Hibiscus* e *Pavonia*, com cerca de 250 espécies, seguidos de *Abutilon* e *Sida* com aproximadamente 150 espécies cada (Esteves 1996).

As Malvoideae são representadas por ervas, subarbustos ou arbustos, raramente árvores; folhas simples, alternas, pecioladas e estipuladas, com lâmina inteira ou lobada, geralmente palmatinérvea. Flores geralmente grandes e vistosas, monoclinas, ou raramente diclinas, hipóginas, solitárias ou reunidas em inflorescências; epicálice, formado por numerosas bractéolas; cálice gamossépalo, com cinco sépalas valvares; corola com cinco pétalas livres entre si, de prefloração imbricada, em geral adnatas à base do tubo estaminal; androceu monadelfo, com cinco a numerosos estames, apresentando partes livres diversamente distribuídas ao longo do tubo estaminal, anteras reniformes, geralmente monotecas e biesporangiadas; gineceu composto de 3-40 carpelos, em geral 5; estiletos em número duplo ou igual ao de carpelos, estigmas capitados, truncados ou decurrentes. Frutos do tipo cápsula loculicida ou

esquizocárpico, raramente baga; sementes glabras a comosas, com endosperma ausente ou abundante, oleaginoso (Esteves 1996).

Pavonia Cav., um dos maiores gêneros de Malvoideae, compreende cerca de 271 espécies, a maioria delas ocorrendo no continente americano, com aproximadamente 223 espécies, desde o sul dos Estados Unidos, estendendo-se pela América Central e Antilhas até a América do Sul, exceto o Chile (Fryxell 1999). No velho mundo está representado especialmente na África por aproximadamente 46 espécies e duas espécies na Ásia (Ulbrich 1920-21).

O gênero *Pavonia* está situado na tribo *Malvaceae* C. Presl, representada no Brasil por *Malvaviscus* Fabricius, *Malachra* L., *Peltaea* (C. Presl) Standley, *Phragmocarpidium* Krapov. e *Urena* L., distinguindo-se desses gêneros por apresentar fruto esquizocárpico, formado por cinco mericarpos trígonos não aculeados, ausência de nectários foliares, pétalas sem aurículas basais e bractéolas do epicálice não diferenciadas em pé e lâmina nos níveis anatômicos e morfológicos (Esteves 1996).

No Brasil, *Pavonia* está representado por aproximadamente 120 espécies, distribuídas em todo país, especialmente no Nordeste e Sudeste, sendo que as principais áreas de concentração, nessas regiões, são os campos rupestres, cerrados de altitude e caatingas da cadeia do Espinhaço de Minas Gerais e da Bahia; a Mata Atlântica desde o sul da Bahia, Espírito Santo até o Rio de Janeiro e, principalmente, nos cerrados dos Estados de São Paulo e Minas Gerais (Esteves 1996).

Pavonia foi descrito por Cavanilles (1787), com base em 13 espécies, sendo caracterizado pela presença de epicálice composto por várias bractéolas; cálice pentálobado, persistente; corola com cinco pétalas, unguiculadas, adnatas ao tubo estaminal; tubo estaminal pequeno, formado por muitos estames de anteras reniformes; ovário globoso, estilete simples, estigmas 8-10 e fruto com mericarpos uniseminados. O autor agrupou as espécies com base na presença de aristas nos mericarpos e pelo comprimento do cálice e do epicálice, mas sem estabelecer subdivisões formais. De Candolle (1824) reconheceu 24 espécies de *Pavonia* e utilizou os grupos de Cavanilles (1787) para criar a primeira divisão seccional, estabelecendo três seções: *Cancellaria* DC., *Malache* (Vogel) DC. e *Typhalea* DC.

Saint-Hilaire (1827) deu uma importante contribuição para as espécies brasileiras descrevendo 27 delas, das quais 19 eram novas, e com base nos caracteres

dos mericarpos, cálice, tubo estaminal e dos estiletes, criou três seções: *Pavonia*, *Malvaviscoides* A. St.-Hil. e *Urenoideae* A. St.-Hil.

Posteriormente, Endlicher (1840) publicou em “Genera Plantarum” uma descrição detalhada de *Pavonia*, além de propor um novo arranjo infragênico, estabelecendo quatro seções: *Pavonia*, *Lebretonia* (Schr.) Endl., *Lopimia* (Mart.) Endl. e *Goethea* (Nees) Endl.

Gürke (1892) apresentou o estudo mais abrangente para as espécies brasileiras, reconhecendo seis seções: *Pavonia*, *Peltaea* (K. Presl) Gris., *Typhalea*, *Malvaviscoides*, *Goetheoides* Gürke e *Tricalycaris* Gürke, sendo as três últimas inteiramente brasileiras.

Ulbrich (1920-21), baseado especialmente no estudo das espécies africanas, elevou ao nível de subgênero as seis seções tratadas por Gürke (1892) e estabeleceu 22 seções e 12 subseções. Krapovickas (1981, 1982) deu uma importante contribuição para o conhecimento das espécies de *Pavonia* do Brasil, especialmente dos subgêneros *Typhalea* (DC) Ulbr. e *Goetheoides* (Gürke) Ulbr.. Posteriormente, Fryxell (1999), publicou na Flora Neotropica a descrição de 223 espécies de *Pavonia*, das quais aproximadamente 120 ocorrem no Brasil.

O subgênero *Goetheoides* compreende cerca de 23 espécies exclusivamente brasileiras, com distribuição praticamente restrita à Mata Atlântica, tendo seu limite norte em Pernambuco e limite sul no Rio de Janeiro (Esteves 1998a). O subgênero foi estabelecido por Gürke (1892) com base principalmente nos caracteres dos mericarpos, epicálice, cálice e das folhas. Na classificação de Esteves (1998a), esse subgênero caracteriza-se pela ausência de aristas nos mericarpos, hábito variando de arbustivo a arvoreta, folhas com lâminas inteiras, geralmente elípticas a oblongas, margem lisa a crenada e nervação pinada, sendo a nervura média fortemente proeminente na face abaxial.

Quanto ao agrupamento das espécies, nas classificações propostas para *Pavonia*, (Gürke 1892, Esteves 1998a, b, Fryxell 1999) o subgênero *Goetheoides* compreende duas seções: *Goetheoides* e *Tricalycaris* Gürke, distintas principalmente pelo número, tamanho e disposição das bractéolas do epicálice.

O subgênero *Pavonia* compreende cerca de 149 espécies americanas (Fryxell 1995) com distribuição desde o sul dos Estados Unidos, estendendo-se através das Antilhas, América Central até o Uruguai. Nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil ocorrem aproximadamente 46 espécies. Esteves (1998a) caracterizou o subgênero

Pavonia pelas folhas com lâminas inteiras a lobadas, geralmente ovais a orbiculares, de margem serreada e nervação actinódroma com 3-11 nervuras basais.

Nas classificações propostas para *Pavonia*, o subgênero *Pavonia* foi dividido em várias seções e subseções a fim de contemplar o elevado número de táxons existentes e a diversidade morfológica verificada nesse subgênero (Gürke 1892, Ulbrich 1920-21, Esteves 1996, 1998a, b, Fryxell 1999).

O subgênero *Typhalea* compreende cerca de 34 espécies predominantemente distribuídas no Continente Americano, com maior concentração no Brasil (Krapovickas 1982), onde ocorrem preferencialmente na Mata Atlântica de encosta, porém com penetração para o interior, ocorrendo inclusive em capoeiras e beiras de estradas (Esteves 1996). Nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil ocorrem cerca de nove espécies.

O subgênero *Typhalea* foi inicialmente descrito em nível de seção por De Candolle (1824) com base nos mericarpos (1-2-)3-aristados, sendo as aristas dotadas de tricomas espiniformes retrorsos (Esteves 1996). Posteriormente, os diversos autores que trataram de *Pavonia* (Gürke 1892, Ulbrich 1920-21, Krapovickas 1981, 1982, Esteves 1998a, b, 2001, Fryxell 1999) reconheceram *Typhalea* como seção ou subgênero, considerando-o como um táxon muito distinto e natural pela presença de aristas nos mericarpos, caráter este ausente nos outros dois subgêneros.

Esteves (1996) discutiu as afinidades taxonômicas existentes entre as espécies do subgênero *Pavonia* e dos subgêneros *Goetheoides* e *Typhalea*. Segundo essa autora, os mericarpos (1-2-)3-aristados das espécies do subgênero *Typhalea* estão ausentes nas espécies dos subgêneros *Pavonia* e *Goetheoides*. Entretanto, as diferenças entre esses dois últimos subgêneros são muito tênues, denotando grande afinidade entre os mesmos.

Dentre outros trabalhos que tratam de espécies brasileiras de *Pavonia*, destacam-se os inventários de Lyra (1969) para Pernambuco, Esteves (1986) para a Serra do Cipó, Minas Gerais, Chiea & Macedo (1986) para o Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Fryxell (1986, 1995) para Mucugê e Pico das Almas, Bahia e Bovini *et al.* (2001) para o Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais.

Esteves (1998a) apresentou a revisão das espécies ocorrentes nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, reconhecendo 78 espécies nessas regiões, das quais sete eram novas. A autora adotou o posicionamento de Ulbrich (1920-21), reconhecendo três subgêneros: *Pavonia* Cav., *Goetheoides* (Gürke) Ulbr. e *Typhalea* (DC.) Ulbr.

Morfologicamente, *Pavonia* apresenta desde ervas eretas a prostradas, arbustos, subarbustos até arvoretas de 8 m de altura. Folhas sem nectários, lâminas inteiras a lobadas, geralmente pilosas em ambas as faces. Flores diversamente coloridas, predominantemente solitárias e axilares ou formando racemos simples ou compostos; cálice gamosépalo, pentalobado, epicálice com 4-28 bractéolas de disposição verticilada, raro espiralada, não diferenciadas em pé e lâminas nos níveis anatômicos e morfológicos; corola com cinco pétalas obovadas, sem aurículas basais, livres entre si. Androceu monadelfo constituído por numerosos estames. Gineceu pentacarpelar, unilocular e uniovulado; estiletos concrecidos até certa altura, liberando-se, em 10 ramos, cada um com seu estigma capitado. Fruto esquizocárpico, formado por cinco mericarpos trígonos, não aculeados, apresentando duas faces laterais e uma dorsal, presos em uma columela central, cada mericarpo dotado de uma semente reniforme ou obovoíde (Esteves 1998b, 2001).

Quanto à importância econômica, algumas espécies de *Pavonia* são utilizadas na como fonte de fibras na cordoaria e aniagem, enquanto outras possuem potencial ornamental devido à beleza de suas flores (Pio-Corrêa 1926, 1931, 1952, 1969, 1974, Costa *et al.* 2006).

Os nectários das espécies de *Pavonia*, assim como das Malvaceae em geral, são constituídos por tricomas glandulares multicelulares, formando áreas densas situadas na base interna do cálice.

Segundo Gottsberger *et al.* (1973) e Sazima (1981), aves com bicos longos como colibris e beija-flores polinizam as espécies com corolas tubulosas, vermelhas e com estames livres distribuídos na parte apical do tubo estaminal, por outro lado as espécies com corola rotácea e tubo estaminal pequeno e com estames apresentando partes livres ao longo de todo o tubo são polinizadas por abelhas (Gottsberger 1967).

Quanto à morfologia polínica, de acordo com a literatura consultada, Malvoideae (= Malvaceae s.s.) mostrou-se bastante heterogênea o que caracteriza a subfamília como euripolínica, principalmente com relação aos tipos de aberturas, aos padrões de ornamentação da exina e ao tamanho dos grãos de pólen. Entre os estudos palinológicos mais abrangentes de Malvoideae destacam-se os de Erdtman (1952), Saad (1960), Huang (1972), Barth (1975), Hanks & Fryxell (1979), Bonnefille & Riollot (1980), Martinez (1982), Christensen (1986), Culhane & Blackmore (1988), Roubik &

Moreno (1991), El Ghazali (1993), Jimenez-Reyes (2003), El Naggar (2004), Cuadrado (2006) e Saba (2007).

Erdtman (1952) investigou 150 espécies pertencentes a 55 gêneros da família Malvaceae s.s. descrevendo os grãos de pólen como médios a muito grandes, isopolares a apolares, suboblato a esferoidais; 3-4-colporados, polipantocolp(o)orados a pantoporados, com exina espinhosa.

Saad (1960), ao observar os grãos de pólen de 35 espécies e 17 gêneros, apresentou descrições para as espécies diferenciando-as principalmente quanto ao tipo e número de aberturas e quanto à forma e tamanho dos espinhos. O autor sugeriu que a natureza equinada dos grãos de pólen e o fruto equizocárpico permitem separar Malvaceae de espécies posicionadas em Bombacaceae.

Os grãos de pólen de 56 espécies e 23 gêneros ocorrentes no México, foram analisados por Martinez (1982), sob microscopia óptica (MO) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). O autor observou grãos de pólen esféricos, espinhosos, tectados ou semitectados.

Num dos trabalhos mais relevantes sobre as espécies de Malvaceae s.s., Christensen (1986) estudou sob MO e MEV, 120 espécies pertencentes a 45 gêneros. A autora apresentou descrições gerais para os gêneros e discutiu as tendências evolutivas de Malvaceae s.s. baseada nos caracteres polínicos em combinação com a morfologia, citologia e fitogeografia da família.

Culhane & Blackmore (1988) analisaram, sob MO e MEV, os grãos de pólen de 13 espécies da Flora do Nordeste Europeu, pertencentes aos gêneros *Alcea*, *Althaea*, *Lavatera* e *Malva*. Com base na forma e no comprimento dos espinhos, número e distância entre os poros e presença ou não de margem, os autores dividiram as espécies em seis tipos polínicos.

Espécies de Malvaceae s.s. ocorrentes na Flora do Sudão, foram estudadas palinologicamente por El Ghazali (1993), que considerou a família relativamente estenopolínica, com grãos de pólen 3-4-colporados, pantoporados ou pantocolpados.

El Naggar (2004), ao descrever os grãos de pólen de 21 espécies e 10 gêneros ocorrentes no Egito, ressaltou que a variação no tamanho dos grãos de pólen, as características de abertura e espinho assim como a estratificação da exina são caracteres polínicos importantes para a taxonomia de Malvaceae s.s.

No Brasil, Oliveira & Santos (2002) analisando seis espécies de Malvaceae s.s. ocorrentes na caatinga na região de Milagres, Bahia, apresentaram uma chave polínica para separação das espécies baseada no número de aberturas, quantidade de espinhos e presença ou não de elevação da sexina subespinal. Segundo os autores a sexina espinhosa do pólen das Malvaceae é um caráter importante para a taxonomia da família.

Os grãos de pólen de *Talipariti tiliaceum* (L.) Fryxell var. *pernambucense* (Arruda) Fryxell, *Sida rhombifolia* L. e *Urena lobata* L., ocorrentes na restinga da Ilha do Cardoso, SP, foram descritos por Cruz-Barros *et al.* (2006) sob MO e MEV. As autoras conseguiram diferenciar as duas primeiras espécies principalmente pela distribuição, forma e tamanho dos espinhos, presença ou não de elevação da sexina subespinal e a última pela presença de espinhos dimórficos.

O trabalho mais significativo para as espécies brasileiras de Malvaceae s.l. foi o de Saba (2007) que estudou palinológica e filogeneticamente sete gêneros e 16 espécies de Malvoideae. Para a autora a subfamília apresentou grãos de pólen grandes a muito grandes, oblatos a esferoidais, isopolares ou apolares; 3-5-zonoaperturados a pantoaperturados, colporados, porados; com exina tectada a semitectada, microrreticulada, reticulado-foveolada, espinhosa a granulada. Saba (2007) considerou caracteres polínicos de Malvoideae tais como, grãos com tamanho grande a muito grande, apolares, presença de ânulo, distribuição global das aberturas, exina espinhosa, espinhos longos e nexina bem mais espessa que a sexina, como sendo apomórficos, presentes na maioria dos gêneros da subfamília, incluindo *Pavonia*; já grãos isopolares, de tamanho médio, 3-zonocolporados, presentes em *Abutilon* Mill. e *Quararibea* Aubl., foram considerados caracteres plesiomórficos.

Entre os trabalhos que trataram de *Pavonia* destacam-se os de Saad (1960), Salgado-Labouriau (1973), Barth (1975), Bonnefille & Riollot (1980), Christensen (1986), Roubik & Moreno (1991), El Ghazali (1993), Esteves (1996), Jimenez-Reyes (2003), Cuadrado (2006) e Saba (2007). A maioria dos autores acima citados considerou *Pavonia* um gênero estenopolínico descrevendo os grãos de pólen, em geral, como grandes a muito grandes, polipantoaperturados, raro polipantocolpoidorados, poros operculados, às vezes anulados, exina espinhosa, espinhos de formas e tamanhos variados.

Salgado-Labouriau (1973) analisando os grãos de pólen das Malvaceae s.s., ocorrentes no cerrado brasileiro, dividiu-os em quatro tipos polínicos de acordo com o

número de aberturas, tipo de espinhos e tamanho dos diâmetros dos grãos de pólen. O tipo *Pavonia*, segundo a autora, apresenta grãos esféricos, pantoporados e exina espinhosa.

Barth (1975) descreveu os grãos de pólen de 18 espécies de plantas arbóreas pertencentes a seis gêneros (*Abutilon*, *Bastardiopsis*, *Malvastrum*, *Pavonia*, *Pelteaea* e *Sida*) ocorrentes no Brasil meridional. A autora apresentou uma chave polínica para a identificação das espécies e discutiu tendências evolutivas dos gêneros baseadas nos caracteres polínicos.

Grãos de pólen de *Pavonia patens* (Andr.) Chiov., *P. propinqua* Garcke e *P. zeylanica* Cav., das savanas da África Ocidental, foram descritos palinologicamente, sob MO e MEV, por Bonnefille & Rioulet (1980). Os autores obtiveram resultados muito semelhantes entre as espécies por eles estudadas e ressaltaram a semelhança dos espinhos de *Pavonia* com os de *Gossypium hirsutum* L.

Roubik & Moreno (1991) estudaram os grãos de pólen de 10 espécies e oito gêneros de Malvaceae s.s. ocorrentes na Ilha de Barro Colorado, no Panamá. Para esses autores, os grãos de pólen da família são grandes a muito grandes, esferoidais, pantoporados (30-80 poros), exina espessa, com espinhos grandes, cônicos e pontiagudos. Caracteres como tamanho dos grãos de pólen, comprimento dos espinhos e espessura da exina foram utilizados por Roubik & Moreno (1991) para separar as três espécies de *Pavonia* estudadas.

El Ghazali (1993) considerou a família relativamente estenopolínica, com grãos de pólen 3-4-colporados, pantoporados ou pantocolpados. O autor descreveu os grãos de pólen de 15 espécies pertencentes aos gêneros *Abutilon*, *Hibiscus*, *Malva* e *Pavonia*. Os grãos de pólen das duas espécies de *Pavonia*, descritas pelo autor, *P. patens* (Andrews) Chiovenda e *P. triloba* Guilett & Perrottet, apresentaram caracteres polínicos muito semelhantes entre si, o que impediu sua distinção.

Esteves (1996), no tratamento taxonômico das espécies de *Pavonia* do Nordeste e Sudeste do Brasil, analisou os grãos de pólen de 17 espécies pertencentes aos subgêneros *Goetheoides*, *Pavonia* e *Typhalea*, ressaltando que os caracteres polínicos tais como número de poros e de espinhos, além da forma destes, são importantes para delimitação taxonômica principalmente ao nível específico.

Jiménez-Reyes (2003) analisou os grãos de pólen de 19 espécies, duas subespécies e três variedades pertencentes a oito gêneros (*Malachra* L., *Malva* L.,

Malvastrum A. Gray, *Malvaviscus* Fabr., *Malvella* Jaub. & Spac, *Modiola* Moench, *Neobritonia* Hochr. e *Pavonia*) de Malvaceae s.s. ocorrentes em Jalisco, México. Com base no tipo e no número de aberturas, a autora enquadró as espécies de *Malachra*, *Malva*, *Malvastrum*, *Malvaviscus* e *Pavonia* no tipo polínico IV com grãos de pólen pantoporados.

Cuadrado (2006) estudando espécies dos gêneros *Abutilon* Mill., *Cienfuegosia* Cav., *Pavonia* e *Hibiscus* L. ocorrentes no nordeste da Argentina, reconheceu quatro tipos polínicos com base nas aberturas, presença ou não de ânulo e ornamentação do teto.

O objetivo deste trabalho foi estudar a morfologia polínica de 26 espécies de *Pavonia* ocorrentes nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, pertencentes aos subgêneros *Goetheoides*, *Pavonia* e *Thyphalea*, visando avaliar se os dados morfológicos permitem o reconhecimento das espécies ou de grupos de espécies, fornecendo, dessa forma, subsídios para a taxonomia do gênero, principalmente em relação à delimitação infra-genérica proposta por Esteves (1998a), além de subsidiar futuros estudos filogenéticos.

2. Material e Métodos

2.1. Material

Com base no tratamento taxonômico realizado por Esteves (1996) para *Pavonia* Cav., ocorrentes nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, foram estudados os grãos de pólen de 26 espécies de *Pavonia* pertencentes aos subgêneros *Goetheoides* (Gürke) Ulbr., *Pavonia* e *Typhalea* DC.

Subgênero *Goetheoides* (Gürke) Ulbr.

- P. alnifolia* A. St.-Hil.
- P. calyculosa* A. St.-Hil. & Naudin
- P. crassipedicellata* Krapov.
- P. goetheoides* (Hassl.) Fryxell
- P. makoyana* E. Morren
- P. multiflora* A. St.-Hil.

Subgênero *Pavonia*

- P. almasana* Ulbr.
- P. garckeana* Gürke
- P. glazioviana* Gürke
- P. guerkeana* R.E. Fr.
- P. hexaphylla* (S. Moore) Krapov.
- P. laxifolia* A. St.-Hil.
- P. macrostyla* Gürke
- P. malacophylla* (Link & Otto) Garcke
- P. malvaviscoides* A. St.-Hil.
- P. martii* Colla
- P. schrankii* Spreng.
- P. serrana* G.L. Esteves

P. spinistipula Gürke

P. varians Moric.

P. viscosa A. St.-Hil.

Subgênero *Typhalea* (DC.) Ulbr.

P. castaneifolia A. St.-Hil. & Naudin

P. fruticosa (Mill.) Fawc. & Rendle

P. nemoralis A. St.-Hil.

P. sepium A. St.-Hil.

P. stellata (Spreng.) Spreng.

Os materiais polínicos foram retirados principalmente de exsicatas depositadas no Herbário do Instituto de Botânica (SP) - Herbário do Estado “Maria Eneyda P. Kauffman Fidalgo”, que abriga a maior coleção de *Pavonia* do Brasil. Os mesmos são oriundos do estudo de doutorado de Esteves (1996), além disso, foram retirados também, materiais de coleções dos seguintes herbários cujos acrônimos seguem o *Index Herbariorum* (Holmgren & Holmgren 1998):

HUEFS – Herbário, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA.

RB - Herbário, Instituto de Pesquisas, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

SPF - Herbário, Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

UB - Herbário, Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Para cada espécie, sempre que possível foram examinados até seis espécimes, sendo um deles considerado como espécime padrão indicado por um asterisco o qual foi utilizado para a caracterização da morfologia polínica, medidas e ilustrações. Os outros espécimes foram utilizados como materiais de comparação. Os espécimes estudados estão listados a seguir, em ordem alfabética.

Pavonia almasana: BRASIL. BAHIA: Abaíra, Campo do Cigano, 28-II-1992, *P.T. Sano & T. Laessoe* 52371 (SP); idem, Serra do Barbado, campo rupestre, 8-X-1996, *P.T. Sano et al* CFCR 14580 (SPF); Água Quente, Pico das Almas, 1-XII-1998, *R.M. Harley et al.* 26540 (SP); Rio de Contas, 13-VIII-1985, *T.M. Cerati et al.* 266 (SP)*; idem, 22-VII-1981, *Furlan et al.* CFCR 1677 (SPF); idem, margem da cachoeira de Frago, 12-VI-2003, *M.M. Silva-Castro* 677 (HUEFS).

P. alnifolia: BRASIL. ESPÍRITO SANTO: Guarapari, Parque Estadual de Setiba, 11-V-1990, *Gibram* 87 (SPF); idem, 30-V-1993, *G.L. Esteves & C. Kameyama* 2612 (SP); Itapemirim, 21-VI-1996, *R. Mello-Silva et al.* 1182 (SP). RIO DE JANEIRO: Rio de Janeiro, restinga do Grumari, 29-II-1992, *G.L. Esteves & L. Almeida* 2385 (SP)*.

P. calyculosa: BRASIL. ESPÍRITO SANTO: Linhares, no início da estrada Caingá, 16-X-1992, *G.L. Esteves et al.* 2399 (SP); idem, Reserva Florestal da Companhia Vale do Rio Doce, 31-V-1993, *G.L. Esteves & C. Kameyama* 2615 (SP)*.

P. castaneifolia: BRASIL. BAHIA: Ilhéus, rodovia Itabuna Km 22, 21-V-1993, *G.L. Esteves & C. Kameyama* 2583 (SP). ESPÍRITO SANTO: Cachoeiro de Itapemirim, 22-II-1994, *J. Kallunki et al.* 613 (SP)*.

P. crassipedicellata: BRASIL. ESPÍRITO SANTO: Linhares, Reserva Florestal da Companhia Vale do Rio Doce, 31-V-1993, *G.L. Esteves & C. Kameyama* 2613 (SP)*.

P. fruticosa: BRASIL. ALAGOAS: Chã Preta, Reserva Biológica particular de Santa Cruz, Mata Atlântica, 26-II-1996, *R.P. Lyra-Lemos et al.* 3745 (SP)*. BAHIA: Canavieiras, restinga, *T.S. Nunes et al.* 761 (SP).

P. garckeana: BRASIL. MINAS GERAIS: Diamantina, campo rupestre, 19-III-1993, *G.L. Esteves & C. Kameyama* 2475 (SP)*. SÃO PAULO: Botucatu, cerrado, 14-III-1967, *J. Mattos & N. Mattos* 14444 (SP); Pirassununga, cerrado de Emas, 13-IV-1994, *M. Batalha & W. Mantovani* 35 (SP).

P. glazioviana: BRASIL. BAHIA: Boninal, caatinga, 28-III-1993, *G.L. Esteves & C. Kameyama* 2522 (SP); Gentio de Ouro, 25- IX-1999, *M. Silva et al.* 213 (SP);

Jeremoabo, 13-IV-1991, *G.L. Esteves & R.P. Lyra-Lemos* 2503 (SP)*; Paulo Afonso, caatinga, Razo da Catarina, *J.S. Silva* 671 (SP).

P. goetheoides: BRASIL. BAHIA: Una, 22-V-1993, *G.L. Esteves & C. Kameyama* 2584 (SP)*.

P. guerkeana: BRASIL. PARANÁ: Curitiba, campo degradado, 26-V-1963, *C. Moura s.n.* (SP123436)*. RIO GRANDE DO SUL: Porto Alegre, I-1964, *B.C. Teixeira & A.R. Teixeira* 9 (SP). SÃO PAULO: Cunha, 3-X-1940, *A.P. Viegas et al. s.n.* (SP48779); Guapiara, 16-II-1913, *A.C. Brade* 5972 (SP).

P. hexaphylla: BRASIL. DISTRITO FEDERAL: Brasília, campus da Universidade Federal de Brasília, cerrado perturbado, 2-III-1977, *alunos da aula de taxonomia* 388 (UB), idem centro olímpico da Universidade Federal de Brasília, 7-VI-1984, *P.S.B.A. Salles* 12 (UB). GOIÁS: Minacu, cerrado, 22-VI-1995, *T.B. Cavalcanti et al.* 1451 (SP)*. MINAS GERAIS: Medanha, próximo ao Rio Jequitinhonha, 19-III-1993, *G.L. Esteves & C. Kameyama* 2477 (SP). SÃO PAULO: Botucatu, cerrado, 4-III-1986, *L.R.H. Bicudo et al.* 710 (SP); Luiz Antonio, cerradão, 7-II-1987, *A. Custodio Filho* 6933 (SP).

P. laxifolia: BRASIL. MINAS GERAIS: Ipuíuna, 27-I-1980, *A. Krapovickas & C.L. Cristóbal* 35499 (SP); Paraisópolis, 15-VI-1927, *Hoehne s.n.* (SP20058). SÃO PAULO: Jundiaí, 23-XII-1956, *Grotter* 5823(SP); Mogi Mirim, 20-V-1927, *F.C. Hoehne s.n.* (SP20415)*.

P. macrostyla: BRASIL. BAHIA: Abaíra, caminho Capão de Levi-Serrinha, carrasco do campo rupestre, 25-X-1993, *W. Ganev* 2634 (HUEFS); Caeté do Sul, 30-III-1993, *G.L. Esteves & C. Kameyama* 2528 (SP); Rio de Contas, entre o Distrito de Mato Grosso e o pé do Morro do Itabira, campo rupestre, 1-III-1994, *S. Atkins et al.* CFR 14747 (SPF); Piatã, 14-III-1987, *G.L. Esteves* 2546 (SP)*.

P. makoyana: BRASIL. ESPÍRITO SANTO: Santa Tereza, 28-V-1993, *G.L. Esteves & C. Kameyama* 2610 (SP)*; idem, Estação Biológica Augusto, mata na margem do Rio Timbui, 28-V-1993, *G.L. Esteves & C. Kameyama* 2606 (SP); idem, Estação Biológica

de Santa Lúcia, 12-VII-1989, *W. Boone et al.* 1314 (SPF); Serra, estrada Vitória-Jacaraípe, mata de tabuleiro, 10-V-1993, *J.R. Pirani et al.* 2778 (SPF).

P. malacophylla: BRASIL. ALAGOAS: Maceió, 3-IX-1992, *R.P. Lyra-Lemos & Barros* 2625 (SP). CEARÁ: Crato, Floresta Nacional do Araripe, 6-V-1991, *G.L. Esteves & Barros* 2580 (SP). DISTRITO FEDERAL: Brasília, 20-V-1992, *T.A.B. Dias et al.* 144 (SP). ESPÍRITO SANTO: Guarapari, 30-V-1993, *G.L. Esteves & C. Kameyama* 2611 (SP). MINAS GERAIS: Descoberto, 26-V-2001, *R.M. Castro* 409 (SP). SÃO PAULO: Mogi-Guaçu, 29-IV-1981, *M. Sugiyama & W. Mantovani* 217 (SP)*.

P. malviscoides: BRASIL. MINAS GERAIS: Couto Magalhães, Chapada do Couto, 17-VII-1984, *A. Furlan CFGR* 4642 (SPF); Santana do Riacho, Serra do Cipó, VII-1990, *G.L. Esteves* 2404 (SP); idem, I-2001, *I.D. Pinheiro & Gomes* 235 (SP); idem, 10-I-1981, *J.R. Pirani et al.* CFSC 6932 (SP)*; idem, Km 133, 31-VII-1982, *I.D. Pinheiros & G.L. Esteves CFSC* 8571 (SPF).

P. martii: BRASIL. BAHIA: Antonio Gonçalves, 12-IV-2006, *R. Mello et al* 4374 (SP); Bonito, 15-VI-2006, *França* 4743 (SP); Campo Formoso, beira de estrada, 14-IV-1991, *G.L. Esteves & R.P. Lyra-Lemos* 2530 (SPF); Jacobina, 4-IV-1999, *R.M. Harley* 53712 (SP)*; Piritiba, 15-IV-1999, *L.P. Queiroz* 5570 (SP).

P. multiflora: BRASIL. ESPÍRITO SANTO: Linhares, estrada para Colatina via lagoa Nora ca. 7 Km de Linhares, 19-III-1993, *J.R. Pirani & J.A. Kallunki* 2634 (SPF)*; Rio Bananal, fazenda Lagoa Nova, 20-II-1994, *J.A. Kallunki et al.* 588 (SPF).

P. nemoralis: BRASIL. SÃO PAULO: São Bernardo do Campo, 28-II-1992, *J.A. Pastore & D.C. Cavalcanti* 404 (SP)*; São Paulo, Butantã, Água Comprida, 8-I-1923, *A. Gerht s.n.* (SP8280); idem, Jaraguá, 6-I-1926, *F.C. Hoehne s.n.* (SP18871).

P. schrankii: BRASIL. MINAS GERAIS: Delfim Moreira, 17-III-1939, *M. Kuhlmann & A. Gehrt s.n.* (SP40080). PARANÁ: Cerro Azul, 25-III-1994, *G.L. Esteves & J.M. Silva* 2624 (SP)*. SANTA CATARINA: Urupema, 9-XI-2001, *G. Hatschbach et al.* 72518 (SP). SÃO PAULO: Bom Sucesso do Itararé, estrada de Bom Sucesso do Itararé a Itapirapoã

Paulista, 14-II-2004, *I.F. Borges et al.* 18 (SP); Campos do Jordão, 15-III-1988, *M.G. Robim* 560 (SP).

P. sepium: BRASIL. PARANÁ: São Miguel de Iguaçu, 23-III-1982, *M. Kirizawa & J. Silva* 1034 (SP)*. RIO GRANDE DO SUL: Canoas, IV-1949, *T. Luis* 709 (SP). SÃO PAULO: Anhembi, Fazenda Barreiro Rico, 1-V-1992, *W. Bockermann s.n.* (SP192949); São Paulo, Horto Florestal, 30-III-1967, *G. Mattos* 14559 (SP).

P. serrana: BRASIL. MINAS GERAIS: Botumirim, Serra da Canastra, Tinoco, extremidade norte da serra próximo à estrada para Itacambira, 14-VI-1991, *R. Mello-Silva et al.* 500 (SPF); idem, 20-XII-2004, *R. Mello-Silva & R.C. Forzza* 2718 (SP)*.

P. spinistipula: BRASIL. BAHIA: Campo Formoso, Serra dos Morgados, 14-IV-2006, *V.J. Santos* 566 (HUEFS); Senhor do Bonfim, fazenda do Sr. Elcio, Serra Maravilha, caatinga, 11-VII-2005, *Cardoso et al.* 608 (HUEFS)*.

P. stellata: BRASIL. MINAS GERAIS: Descoberto, Reserva Biológica da Represa do Gama, 10-I-2001, *R.M. Castro et al.* 88 (SP)*.

P. varians: BRASIL. BAHIA: Barra, sentido Ibotirana, caatinga, 4-V-2002 *T. Jost et al.* 545 (HUEFS)*.

P. viscosa: BRASIL. MINAS GERAIS: Diamantina, 18-V-1990, *M.M. Arbo et al.* 4342 (SP); idem, estrada para Conselheiro da mata, 8 Km da rodovia BR259, VIII-1990, *R. Mello-Silva et al.* 326 (SP); Lima Duarte, 21-I-2005, *R.C. Forzza et al.* 3072 (RB); Santa Bárbara, Serra do Caraça, caminho para capelinha e Gruta de Lourdes, 27-V-1983, *J.R. Pirani & O. Yano* 700 (SP)*.

2.2. Métodos

Foram retirados de cada exsicata, pelo menos dois botões em fase de pré-antese, cujas anteras foram colocadas, em um tubo de ensaio e imersas em ácido acético glacial para serem preparados para estudos em microscopia óptica (MO) e microscopia eletrônica de varredura (MEV).

2.2.1. Microscopia Óptica (MO)

O material polínico, para análise em microscopia óptica, foi preparado segundo método de acetólise de Erdtman (1960), acrescido das modificações citadas em Melhem *et al.* (2003). A acetólise consiste de uma mistura de anidrido acético e ácido sulfúrico na proporção de 9:1. O tempo durante o qual os grãos de pólen ficaram imersos na mistura acetolítica em banho-maria foi de 3 min. e 30 seg.

As lâminas foram montadas com gelatina glicerizada e seladas com parafina fundida. A fim de evitar que os grãos de pólen amassassem, foram colocadas esferas de massa de modelar de 1 mm de diâmetro entre lâmina e lamínula (Reitsma 1969). 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.

2.2.1.1. Medidas dos grãos de pólen

Os grãos de pólen foram medidos no prazo máximo de uma semana para evitar o entumescimento dos mesmos (Melhem & Matos 1972, Salgado-Labouriau 1973) utilizando-se um microscópio Olympus BX50 com auxílio de uma ocular micrométrica.

No material padrão foram medidos os diâmetros 1 e 2 excluindo-se o espinho, em 25 grãos de pólen tomados ao acaso e distribuídos em pelo menos três lâminas visando uma uniformidade da amostra (Salgado-Labouriau 1973). Para outros caracteres como diâmetro dos poros, espessura das camadas da exina, espinhos, bem como dos diâmetros dos materiais de comparação, foram feitas sempre que possível 10 medidas. Nos espinhos foram medidos separadamente, o comprimento, a largura da base, a largura do ápice e a distância entre os espinhos. Para cada espécie, os poros e

espinhos foram contados em 10 grãos de pólen, em uma área pré-determinada de $2.916 \mu\text{m}^2$, utilizando-se o programa Image Pro-Plus versão 3.0 para Windows, sendo a seguir dada a faixa de variação; este método foi escolhido por ser difícil contar os poros que ficam no contorno do pólen ou próximos a este. O índice do espinho corresponde à relação entre o seu comprimento e a largura da base indicando o tamanho do mesmo (Barth *et al.* 2005). Neste trabalho índices $\leq 2,00 \mu\text{m}$ foram considerados para espinhos curtos; índice entre 2,01-2,99 μm para espinhos médios e $\geq 3,00 \mu\text{m}$ para espinhos longos.

2.2.1.2. Análise estatística

Foram realizados tratamentos estatísticos e dada a faixa de variação, sendo calculados: a média aritmética ($\bar{x}$), o desvio padrão da amostra (s), o desvio padrão da média (s_x) e o coeficiente de variabilidade (V). Nos casos em que foram tomadas 10 medidas calculou-se apenas a média aritmética. Para comparar duas médias, utilizou-se o intervalo de confiança (IC) a 95% (Vieira 1981), esses foram representados em gráficos utilizando-se o programa estatístico MINITAB 10.3 para Windows (2003).

A análise dos componentes principais (PCA), foi realizada para avaliar se o conjunto das medidas permite separar as espécies entre si, tomando-se como base as medidas obtidas dos materiais padrão. Para tanto, inicialmente utilizou-se o programa Fitopac (Shepherd 1996) para transformação das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural $[\log (x + 1)]$, e posteriormente, do programa PC-ORD versão 7 (McCune & Mefford 1999) para a ordenação a partir de matriz de covariância.

2.2.2. Preparação para microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Para análise em microscopia eletrônica de varredura, os grãos de pólen acetolisados foram lavados e desidratados em série alcoólica ascendente (50, 70, 90 e 100%), permanecendo cerca de 10 minutos em cada série. Posteriormente foram gotejados sobre suportes metálicos “stubs”, em seguida metalizados e analisados sob microscópio eletrônico.

2.2.3. Ilustrações

As fotomicrografias digitais foram feitas com grãos de pólen acetolisados utilizando-se um microscópio óptico Olympus BX50, com câmara de vídeo (SONY Câmera adaptador CMA-D2) acoplada a um microcomputador PC, utilizando-se o programa Image Pro-plus versão 3.0 para Windows. Para análise em microscopia eletrônica de varredura, utilizou-se um microscópio PHILIPS XL Série XL 20, S/W, ver. 5.21. A partir destas imagens foram elaboradas pranchas para ilustração dos grãos de pólen analisados.

2.2.4. Terminologia e descrições polínicas

A terminologia utilizada nas descrições polínicas foi baseada nos glossários palinológicos de Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007).

As descrições polínicas seguiram a seqüência proposta por Barth & Melhem (1988) onde são considerados o tamanho, a polaridade, a forma, o número e tipo de aberturas, assim como a ornamentação e a estrutura da exina.

Tais descrições foram feitas em ordem alfabética dentro dos devidos subgêneros, com base nos dados observados na análise em microscopia óptica e/ou microscopia eletrônica de varredura. As tabelas e as ilustrações serão apresentadas ao final das descrições de cada subgênero.

3. Resultados

3.1. Subgênero *Goetheoides* (Gürke) Ulbr.

Espécies estudadas:

P. alnifolia (figuras 1-4, tabelas 1-3)

P. calyculosa (figuras 5-7, tabelas 1-3)

P. crassipedicellata (figuras 8-12, tabelas 1-2)

P. goetheoides (figuras 13-16, tabelas 1-2)

P. makoyana (figuras 17-20, tabelas 1-3)

P. multiflora (figuras 21-26, tabelas 1-3)

Grãos de pólen variando de muito grandes (tabela 1, 3), muito grandes-gigantes (*P. makoyana*) a gigantes (*P. crassipedicellata*); apolares; esferoidais; pantoporados; exina espinhosa.

Aberturas: pantoporadas. Poros circulares, em número de 3-7 / $2.916 \mu\text{m}^2$, distribuídos em espiral fechada pela superfície do grão de pólen, operculados, opérculos persistentes na maioria das vezes. Os poros em *P. calyculosa* e *P. multiflora* estão associados a colpóides curtos, às vezes nítidos ou vestigiais; os poros podem estar localizados no meio dos colpóides (*P. calyculosa*) ou nas extremidades destes (*P. multiflora* figuras 22, 26). Sob MEV, observa-se que os poros são recobertos por um óperculo granulado-espículado (figuras 9, 12) enquanto que os colpóides são recobertos por uma membrana granulada (figuras 7, 22, 26). Colpóides com ca. $11,37 \mu\text{m}$ de comprimento e ca. $1,39 \mu\text{m}$ de largura em *P. calyculosa* e ca. $10,62 \mu\text{m}$ de comprimento e ca. $3,94 \mu\text{m}$ de largura em *P. multiflora*. Os maiores poros são os de *P. crassipedicellata* e os menores os de *P. alnifolia* e *P. multiflora* (tabela 2).

Exina: espinhosa. Sexina tectada; entre os espinhos o teto é perfurado, espículado-granulado, entretanto em *P. goetheoides* (figuras 14-16) o teto é perfurado-granulado, com grânulos de tamanhos variados. Sob MEV, observa-se, entre os espinhos de *P. crassipedicellata* (figuras 9, 12), espículos e grânulos com forma e

tamanhos variáveis e entre estas perfurações, enquanto que em *P. multiflora* (figura 24, 26) o teto apresenta perfurações, espículos e grânulos menores e bem mais esparsos, nota-se, ainda, a presença de espinhos intermediários. Sexina, sob o espinho, com espessura igual ou ligeiramente maior que a região interespinal, formada por columelas curtas e conspícuas. Nexina bem mais espessa que a sexina (figuras 2, 8, 25, tabela 2). A espessura da exina é $< 9,00 \mu\text{m}$ em *P. goetheoides* e *P. multiflora* e $> 20,00 \mu\text{m}$ em *P. makoyana*, já em *P. alnifolia*, *P. calyculosa* e *P. crassipedicellata* a espessura da exina varia entre $10,00\text{-}13,00 \mu\text{m}$.

O comprimento, a largura e a distância dos espinhos variam nas diferentes espécies. Dessa forma os espinhos mais curtos (índice do espinho $\leq 2,00 \mu\text{m}$) são encontrados em *P. alnifolia*, *P. calyculosa*, *P. crassipedicellata*, *P. makoyana* e *P. multiflora* (tabela 2), enquanto que os médios (índice do espinho $2,01\text{-}2,99 \mu\text{m}$) são encontrados em *P. goetheoides* (tabela 2). Quanto ao número de espinhos, nota-se na tabela 8, que os grãos de pólen não apresentaram variação significativa entre as espécies ficando os valores na faixa entre $3\text{-}7/2.916 \mu\text{m}^2$. Em relação à distância entre os espinhos (tabela 2), os menores valores são encontrados nos grãos de pólen de *P. makoyana* ($24,63 \mu\text{m}$) e os maiores nos grãos de pólen de *P. goetheoides* ($38,80 \mu\text{m}$). Em *P. multiflora* (figuras 24, 26) observa-se a presença de espinhos dimórficos ou seja espinhos grandes ($15,98 \mu\text{m}$ de comprimento) entremeados por espinhos menores ($5,30 \mu\text{m}$ de comprimento).

Os grãos de pólen do subgênero *Goethoides*, tomando-se por base o ápice dos espinhos, e a presença ou não de constrição, foram divididos em dois tipos indicados abaixo.

1. ápice pontiagudo, base constrita: *P. goetheoides* (figura 14).

2. ápice arredondado:

2.1. base sem constrição: *P. alnifolia*, *P. crassipedicellata*, *P. multiflora* (figuras 2, 8, 23).

2.2. base com constrição: *P. calyculosa*, *P. makoyana* (figuras 5, 18).

Confrontando-se os grãos de pólen dos materiais de comparação (tabela 3) com os dos materiais padrão (tabela 1) do subgênero *Goethoides*, observa-se que no espécime *G.L. Esteves et al. 2399* (*P. calyculosa*) apenas os valores do diâmetro 2 estão dentro do intervalo de confiança do material padrão, ao passo que nos espécimes de *P. alnifolia* (*R. Mello-Silva et al. 1182*) e *P. multiflora* (*J. Kallunki et al. 588*) os valores

dos diâmetros 1 e 2 estão dentro da faixa de variação do material padrão, enquanto que nos espécimes de *P. alnifolia* (G.L. Esteves & C. Kameyama 2612, M. Gihram 87) e *P. makoyana* (W. Boone et al. 1314, J.R. Pirani et al. 2778, G.L. Esteves & C. Kameyama 2606) todos os valores dos diâmetros 1 e 2 encontram-se fora do intervalo de confiança e da faixa de variação dos respectivos materiais padrão.

Tabela 1. Medidas dos diâmetros 1 e 2 dos grãos de pólen de espécies do subgênero *Goetheoides* (Gürke) Ulbr. (n = 25). FV = Faixa de variação; $\bar{x}$ = média aritmética; s_x = desvio padrão da média; s = desvio padrão da amostra; V = coeficiente de variabilidade; I.C. = intervalo confiança a 95%.

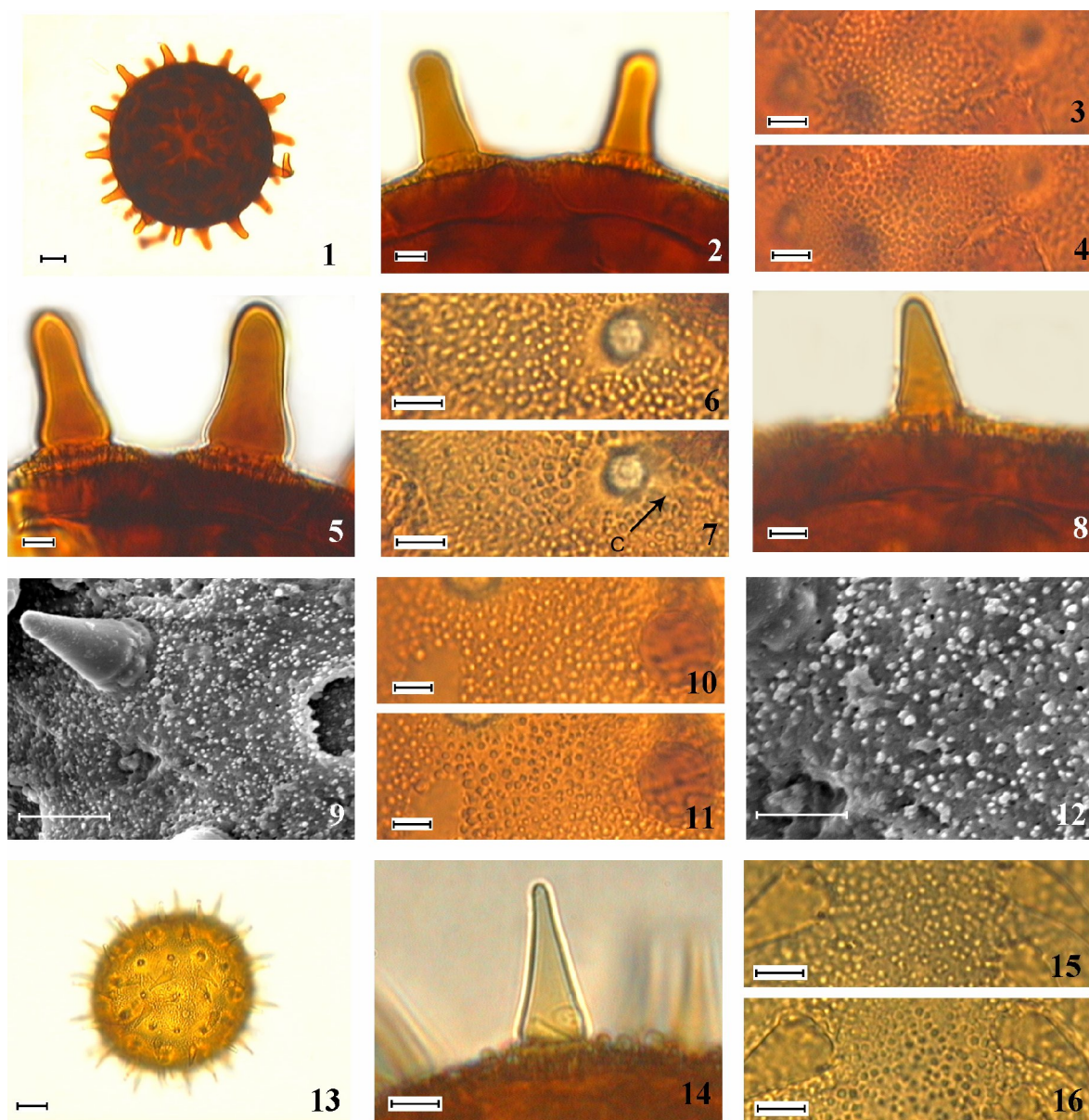
Espécies	FV (μm)	$\bar{x} \pm s_x$ (μm)	S (μm)	V (%)	I.C. (μm)
Diâmetro 1					
<i>P. alnifolia</i>	140,75-158,75	149,92 $\pm$ 0,77	3,87	2,58	148,33-151,51
<i>P. calyculosa</i>	125,00-150,00	138,16 $\pm$ 1,41	7,06	5,11	135,25-141,07
<i>P. crassipedicellata</i>	200,00-216,75	206,03 $\pm$ 0,86	4,31	2,09	204,25-207,81
<i>P. goetheoides</i>	117,50-146,00	131,60 $\pm$ 1,45	7,24	5,50	128,62-134,58
<i>P. makoyana</i>	130,50-150,00	141,64 $\pm$ 1,18	5,92	4,18	139,20-144,08
<i>P. multiflora</i>	159,50-180,25	170,73 $\pm$ 1,12	5,59	3,27	168,43-173,03
Diâmetro 2					
<i>P. alnifolia</i>	143,00-160,00	150,27 $\pm$ 0,95	4,75	3,16	148,31-152,23
<i>P. calyculosa</i>	128,50-150,00	139,30 $\pm$ 1,13	5,66	4,06	136,97-141,63
<i>P. crassipedicellata</i>	199,50-215,50	206,76 $\pm$ 1,09	5,43	2,63	204,52-209,00
<i>P. goetheoides</i>	120,25-141,00	129,85 $\pm$ 1,25	6,27	4,83	127,27-132,43
<i>P. makoyana</i>	132,25-150,00	142,47 $\pm$ 0,95	4,76	3,34	140,51-144,43
<i>P. multiflora</i>	161,50-177,00	170,55 $\pm$ 0,90	4,51	2,65	168,69-172,41

Tabela 2. Dados quantitativos dos grãos de pólen das espécies do subgênero de *Goetheoides* (Gürke) Ulbr. FV = Faixa de variação, x = média aritmética.

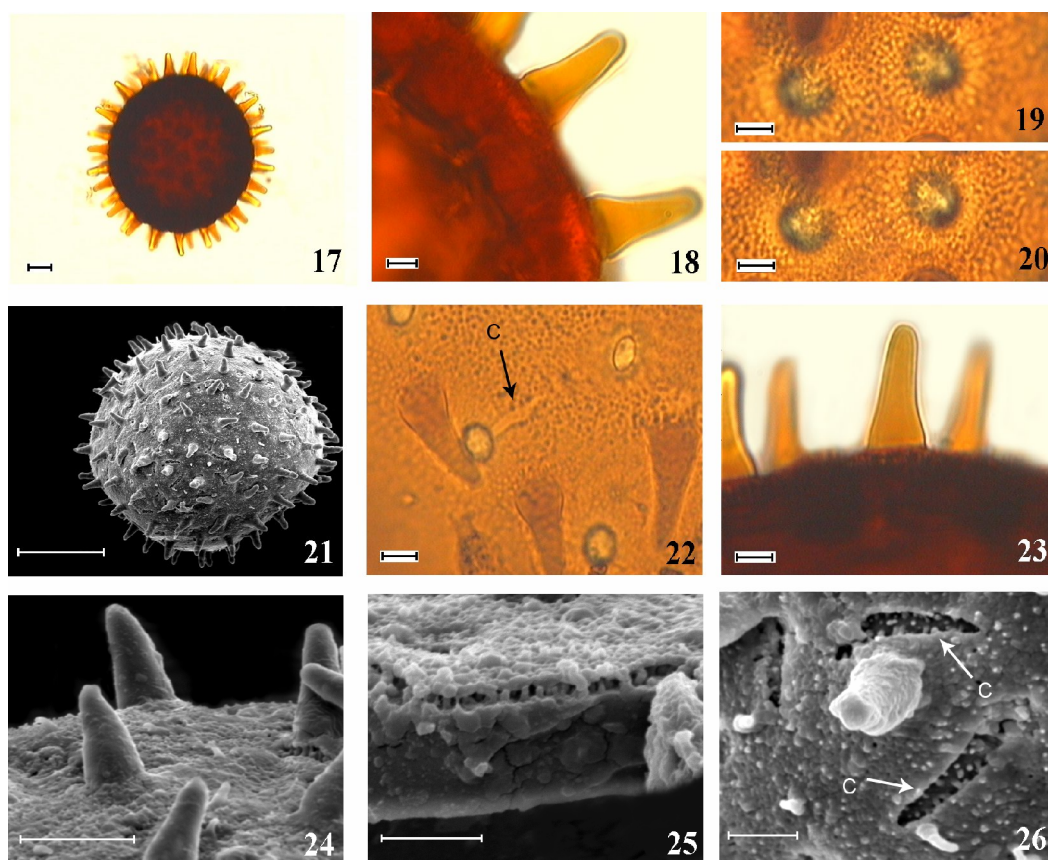
Espécies		<i>P. alnifolia</i>	<i>P. calyculosa</i>	<i>P. crassipedicellata</i>	<i>P. goetheoides</i>	<i>P. makoyana</i>	<i>P. multiflora</i>
Grandezas							
Poro							
Diâmetro	x (µm)	4,70	5,20	8,33	5,30	5,43	4,70
Número/2.916 µm ²	FV	3-5	4-6	3-5	5-6	5-7	4-7
Espinhas							
Comprimento	x (µm)	22,25	24,05	17,30	16,95	20,08	15,98
Largura base	x (µm)	12,03	17,30	10,73	16,95	20,08	15,98
Largura ápice	x (µm)	8,70	10,10	4,45	2,68	6,38	4,05
Distância entre espinhas	x (µm)	32,05	28,98	30,55	38,80	24,63	25,23
Número/2.916 µm ²	FV	3-4	3-6	3-4	3-6	4-7	4-5
Índice do espinho	(µm)	1,84	1,72	1,61	2,14	1,74	1,90
Exina	x (µm)	10,70	11,90	10,43	8,50	20,14	8,55
Sexina	x (µm)	1,94	2,72	2,90	2,33	2,52	1,58
Nexina	x (µm)	8,55	9,15	7,63	2,33	2,52	1,58

Tabela 3. Media aritmética, em μm , das medidas dos diâmetros e do comprimento dos espinhos, dos materiais de comparação, das espécies do subgênero *Goetheoides* (Gürke) Ulbr. (n = 10); ■ = valor dentro do IC do espécime padrão; ♦ = valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ▲ = valor fora da FV.

Espécies/Coletores	Diâmetro1	Diâmetro 2	Espinho
<i>P. alnifolia</i>			
<i>G.L. Esteves & C. Kameyama 2612</i>	168,73▲	170,28▲	25,88
<i>M. Gihram 87</i>	179,28▲	177,48▲	24,93
<i>R. Mello-Silva et al. 1182</i>	154,48♦	156,68♦	25,23
<i>P. calyculosa</i>			
<i>G.L. Esteves et al. 2399</i>	141,88♦	141,08■	26,63
<i>P. makoyana</i>			
<i>W. Boone et al. 1314</i>	198,43▲	201,50▲	19,38
<i>G.L. Esteves & C. Kameyama 2606</i>	216,13▲	219,83▲	20,50
<i>J.R. Pirani et al 2778</i>	171,10▲	175,15▲	14,65
<i>P. multiflora</i>			
<i>J. Kallunki et al. 588</i>	164,65♦	164,30♦	20,28



Figuras 1-16. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Goetheoides*. 1-4. *P. alnifolia*. 1. Contorno. 2. Corte óptico. 3-4. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 5-7. *P. calyculosa*. 5. Corte óptico. 6-7. Análise de L.O. em dois níveis de focalização. 8-12. *P. crassipedicellata*. 8. Corte óptico. 9. Detalhe da ornamentação (MEV). 10-11. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 12. Detalhe da ornamentação (MEV). 13-16. *P. goetheoides*. 13. Vista geral. 14. Corte óptico. 15-16. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. c = colpóide. Escalas: figuras 2-8, 11-12, 14-16 = 5 μ m; figura 9 = 10 μ m; figuras 1, 13 = 20 μ m.



Figuras 17-26. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Goetheoides*. 17-20. *P. makoyana*. 17. Contorno. 18. Corte óptico. 19-20. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 21-26. *P. multiflora*. 21. Vista Geral (MEV). 22. Detalhe mostrando o colpóide. 23. Detalhe do espinho. 24. Detalhe dos espinhos (MEV). 25. Detalhe da estrutura da parede (MEV). 26. Detalhe da ornamentação e do colpóide (MEV). c = colpóide. Escalas: figuras 18-20, 22, 23, 25-26 = 5 μm ; figura 24 = 10 μm ; figura 17 = 20 μm (17); figura 21 = 50 μm .

3.2. Subgênero *Pavonia*

Espécies estudadas:

- P. almasana* (figuras 27-30, tabelas 4-7)
- P. garckeana* (figuras 31-35, tabelas 4-7)
- P. glazioviana* (figuras 36-38, tabelas 4-7)
- P. guerkeana* (figuras 39-44, tabelas 4-7)
- P. hexaphylla* (figuras 45-47, tabelas 4-7)
- P. laxifolia* (figuras 48-51, tabelas 4-7)
- P. macrostyla* (figuras 52-56, tabelas 4-7)
- P. malacophylla* (figuras 57-60, tabelas 4-7)
- P. malvaviscoides* (figuras 61-64, tabelas 4-7)
- P. martii* (figuras 65-67, tabelas 4-7)
- P. schrankii* (figuras 68-71, tabelas 4-7)
- P. serrana* (figuras 72-74, tabelas 4-7)
- P. spinistipula* (figuras 75-78, tabelas 4-6)
- P. varians* (figuras 79-82, tabelas 4-6)
- P. viscosa* (figuras 83-86, tabelas 4-7)

Grãos de pólen variando de muito grandes (tabela 4, 7) a muito grandes-gigantes (*P. almasana*, *P. viscosa*) a gigantes (*P. macrostyla*); apolares; esferoidais; pantoporados; exina espinhosa.

Aberturas: pantoporadas, poros circulares, em número de 2-8 / $2.916 \mu\text{m}^2$, distribuídos em espiral fechada pela superfície do grão de pólen, operculados, opérculos persistentes na maioria das vezes. Os poros em *P. spinistipula* (figura 78) estão associados a colpóides, às vezes nítidos ou vestigiais, curtos ou compridos, com ca. $15,24 \mu\text{m}$ de comprimento e ca. $6,70 \mu\text{m}$ de largura; os poros estão localizados nas extremidades dos colpóides. Sob MEV, observa-se que os poros estão recobertos por um óperculo granulado-espiculado (figura 86). Verifica-se, na tabela 5, que os maiores valores dos diâmetros dos poros são encontrados nos grãos de pólen de *P. almasana* ($8,84 \mu\text{m}$), enquanto que os menores valores ocorrem nos grãos de pólen de *P. schrankii* ($4,93 \mu\text{m}$).

Exina: espinhosa, sexina tectada. Na região interespinal o teto é microrreticulado-espículado (*P. laxifolia*, *P. spinistipula*, figuras 49, 76-77) ou perfurado-espículado-granulado (demais espécies), com espículos e grânulos supratectais de diferentes tamanhos, sendo maiores e mais esparsos em *P. almasana* (figuras 29-30). Em *P. macrostyla* (figuras 54-56), o teto é densamente granulado. Sob MEV, observa-se em *P. garckeana* (figura 35), exina com perfurações e espículos de diferentes tamanhos, esparsamente distribuídos; em *P. laxifolia* (figura 49), espículos esparsos entre os microrretículos; em *P. macrostyla* (figura 56), grânulos grandes entremeados por grânulos menores, com perfurações esparsas; em *P. schrankii* (figura 71) teto levemente ondulado, esparsamente perfurado, com espículos e grânulos sendo os espículos maiores que os grânulos e em *P. viscosa* (figura 86), teto densamente granulado e espículado. Sexina, sob o espinho, com espessura igual ou ligeiramente maior que a região interespinal, formada por columelas curtas e conspícuas. Nexina bem mais espessa que a sexina (figuras 40, 45, 52, 72, 84, tabela 5). A espessura da exina é $< 9,00 \mu\text{m}$ em *P. malvaviscoides*, *P. schrankii*, *P. serrana* e *P. spinistipula* e $> 13,00 \mu\text{m}$ em *P. almasana* e *P. macrostyla*; na maioria das espécies, entretanto, a espessura da exina varia de 9,50-12,50 μm .

Sob MEV, observa-se, em *P. guerkeana* (figura 41), *P. laxifolia* (figura 51), *P. macrostyla* (figura 53), *P. schrankii* (figura 70) e *P. viscosa* (figura 85), nexina compacta, extremamente espessa (crassinexinosa) e sexina mais delgada que a nexina, constituída por columelas curtas que sustentam um teto fino sobre o qual são encontrados espinhos grandes, espículos e grânulos.

O comprimento, a largura e a distância dos espinhos variam nas diferentes espécies. Dessa forma os espinhos mais curtos (índice do espinho $\leq 2,00 \mu\text{m}$) são encontrados em *P. glazioviana*, *P. macrostyla*, *P. malvaviscoides*, *P. schrankii*, *P. serrana* e *P. viscosa* (tabela 5), enquanto que os médios (índice do espinho 2,01-2,99 μm) são encontrados em *P. almasana*, *P. guerkeana*, *P. laxifolia*, *P. malacophylla*, *P. spinistipula* e *P. varians* (tabela 5) e os longos (índice do espinho ≥ 3) em *P. garckeana*, *P. hexaphylla* e *P. martii* (tabela 5). Quanto ao número de espinhos, nota-se na tabela 6, que os grãos de pólen não apresentaram variação significativa entre as espécies ficando os valores na faixa entre 2-7 / 2.916 μm^2 . Em relação à distância entre os espinhos (tabela 5), os menores valores são encontrados nos grãos de pólen de *P. guerkeana* (21,90 μm) e os maiores nos grãos de pólen de *P. macrostyla* (38,56 μm).

Os grãos de pólen do subgênero *Pavonia*, tomando-se por base o ápice dos espinhos e a presença ou não de constrição, foram divididos em 2 tipos, 2 subtipos e 3 grupos indicados abaixo.

1. ápice pontiagudo:

1.1. base constrita - *P. garckeana*, *P. guerkeana*, *P. malvaviscoides*, *P. spinistipula* (figuras 32, 40, 62, 75);

1.2. base sem constrição - *P. hexaphylla*, *P. martii* e *P. viscosa* (figuras 45; 65, 84).

2. ápice arredondado:

2.1. base sem constrição - *P. almasana*, *P. macrostyla*, *P. malacophylla*, *P. schrankii*, *P. serrana*, (figuras 28, 52, 58, 69, 72);

2.2. base com constrição:

2.2.1. na base - *P. glazioviana* (figuras 36);

2.2.2. na região mediana - *P. laxifolia* (figuras 50);

2.2.3. próximo ao ápice - *P. varians* (figuras 80).

Dos 46 espécimes usados para comparação dos resultados (tabela 7), 19 apresentam as dimensões dos grãos de pólen bem distintas e fora da faixa de variação dos materiais padrão, 25 deles apresentam ou o diâmetro 1 ou o diâmetro 2, ou ambos, dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos materiais padrão.

Tabela 4. Medidas, dos diâmetros 1 e 2 dos grãos de pólen de espécies do subgênero *Pavonia* Cav. (n = 25). FV = Faixa de variação; $\bar{x}$ = média aritmética; s_x = desvio padrão da média; s = desvio padrão da amostra; V = coeficiente de variabilidade; I.C. = intervalo confiança a 95%.

Grandezas Espécies	FV (μm)	$\bar{x} \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)
Diâmetro 1					
<i>P. almasana</i>	220,31-257,50	239,23 $\pm$ 1,62	8,08	3,38	235,90-242,55
<i>P. garckeana</i>	145,00-166,25	157,24 $\pm$ 0,99	4,94	3,14	155,20-159,28
<i>P. glazioviana</i>	132,50-148,75	139,89 $\pm$ 0,92	4,59	3,28	138,0-141,78
<i>P. guerkeana</i>	125,00-146,50	135,04 $\pm$ 1,11	5,55	4,11	132,75-137,33
<i>P. hexaphylla</i>	175,00-198,50	186,29 $\pm$ 1,20	5,98	3,21	183,83-188,75
<i>P. laxifolia</i>	124,50-136,50	131,70 $\pm$ 0,62	3,11	2,36	130,42-132,98
<i>P. macrostyla</i>	215,63-271,88	240,88 $\pm$ 2,66	13,32	5,53	235,39-246,36
<i>P. malacophylla</i>	143,50-158,75	147,81 $\pm$ 0,76	3,81	2,58	146,24-149,38
<i>P. malvaviscoides</i>	125,00-160,25	145,78 $\pm$ 1,67	8,34	5,72	142,34-149,22
<i>P. martii</i>	132,75-159,50	145,63 $\pm$ 1,25	6,26	4,30	143,05-148,21
<i>P. schrankii</i>	135,00-150,00	144,80 $\pm$ 0,84	4,20	2,90	143,07-146,53
<i>P. serrana</i>	172,25-194,00	185,53 $\pm$ 0,96	4,80	2,59	183,55-187,51
<i>P. spinistipula</i>	148,75-165,50	156,78 $\pm$ 0,84	4,18	2,66	155,06-158,50
<i>P. varians</i>	154,00-178,50	168,50 $\pm$ 1,32	6,58	3,91	165,79-171,21
<i>P. viscosa</i>	148,75-166,25	154,01 $\pm$ 0,94	4,68	3,04	152,08-155,94
Diâmetro 2					
<i>P. almasana</i>	218,75-262,50	240,29 $\pm$ 1,93	9,67	4,02	236,30-244,27
<i>P. garckeana</i>	150,00-175,00	157,47 $\pm$ 1,15	5,73	3,64	155,11-159,83
<i>P. glazioviana</i>	132,25-147,75	140,29 $\pm$ 0,90	4,49	3,20	138,44-142,14
<i>P. guerkeana</i>	125,00-153,50	135,51 $\pm$ 1,34	6,68	4,93	132,76-138,26
<i>P. hexaphylla</i>	174,25-196,25	185,51 $\pm$ 1,09	5,45	2,94	183,26-187,76
<i>P. laxifolia</i>	122,50-136,50	131,57 $\pm$ 0,57	2,86	2,17	130,39-132,75
<i>P. macrostyla</i>	212,50-265,00	241,35 $\pm$ 2,21	11,05	4,58	236,80-245,90
<i>P. malacophylla</i>	137,25-156,25	147,95 $\pm$ 0,77	3,83	2,59	146,37-149,53
<i>P. malvaviscoides</i>	125,00-158,75	145,80 $\pm$ 1,65	8,27	5,67	142,39-149,21
<i>P. martii</i>	136,75-157,75	145,34 $\pm$ 1,03	5,16	3,55	143,21-147,47
<i>P. schrankii</i>	136,25-148,50	143,62 $\pm$ 0,77	2,83	2,67	142,04-145,20
<i>P. serrana</i>	175,00-193,75	187,09 $\pm$ 0,81	4,05	2,16	185,42-188,76
<i>P. spinistipula</i>	150,00-166,00	158,18 $\pm$ 0,97	4,85	3,07	156,18-166,00
<i>P. varians</i>	158,00-184,50	169,46 $\pm$ 1,45	7,26	3,91	166,47-172,45
<i>P. viscosa</i>	147,25-172,00	156,78 $\pm$ 1,06	5,32	3,39	154,59-158,95

Tabela 5. Medidas, em μm , dos poros, das camadas da exina e dos espinhos das espécies do subgênero de *Pavonia* Cav. (n = 10); Diâm. = diâmetro, larg. = largura, compr. = comprimento, Dist. = distância.

Espécies	Poro	Exina	Sexina	Nexina	Espinho				
	Diam.				Compr.	Larg. Base	Larg. ápice	Dist.	Índice do espinho
<i>P. almasana</i>	8,84	13,14	3,56	9,38	26,16	11,75	9,63	37,59	2,22
<i>P. garckeana</i>	5,90	10,31	2,23	8,18	28,55	8,90	3,53	27,80	3,20
<i>P. glazioviana</i>	5,48	10,34	2,82	7,35	13,45	8,95	3,68	25,13	1,50
<i>P. guerkeana</i>	4,95	9,89	3,08	6,32	17,75	8,25	2,58	21,90	2,15
<i>P. hexaphylla</i>	6,75	14,01	3,04	10,44	37,45	11,50	3,65	34,10	3,25
<i>P. laxifolia</i>	5,35	10,21	2,14	7,97	21,25	9,30	3,78	23,65	2,28
<i>P. macrostyla</i>	7,31	15,59	4,62	10,77	15,06	13,91	11,50	38,56	1,08
<i>P. malacophylla</i>	5,75	10,07	2,75	7,01	22,83	9,15	4,78	25,40	2,44
<i>P. malvaviscoides</i>	5,80	7,86	1,99	5,61	18,83	9,85	3,73	27,79	1,91
<i>P. martii</i>	5,70	11,17	3,02	8,04	29,93	8,75	3,78	23,38	3,42
<i>P. schrankii</i>	4,93	8,27	2,15	5,80	15,85	8,40	5,10	22,38	1,88
<i>P. serrana</i>	8,10	8,95	2,36	6,47	18,65	10,30	6,40	33,53	1,81
<i>P. spinistipula</i>	6,66	7,31	1,87	5,43	18,45	9,03	3,98	28,78	2,20
<i>P. varians</i>	6,10	9,95	2,17	7,41	24,05	8,35	3,80	30,10	2,88
<i>P. viscosa</i>	6,35	10,65	2,68	7,97	16,45	10,75	4,20	31,68	1,53

Tabela 6. Faixa de variação do número de poros e espinhos das espécies do subgênero *Pavonia* Cav.

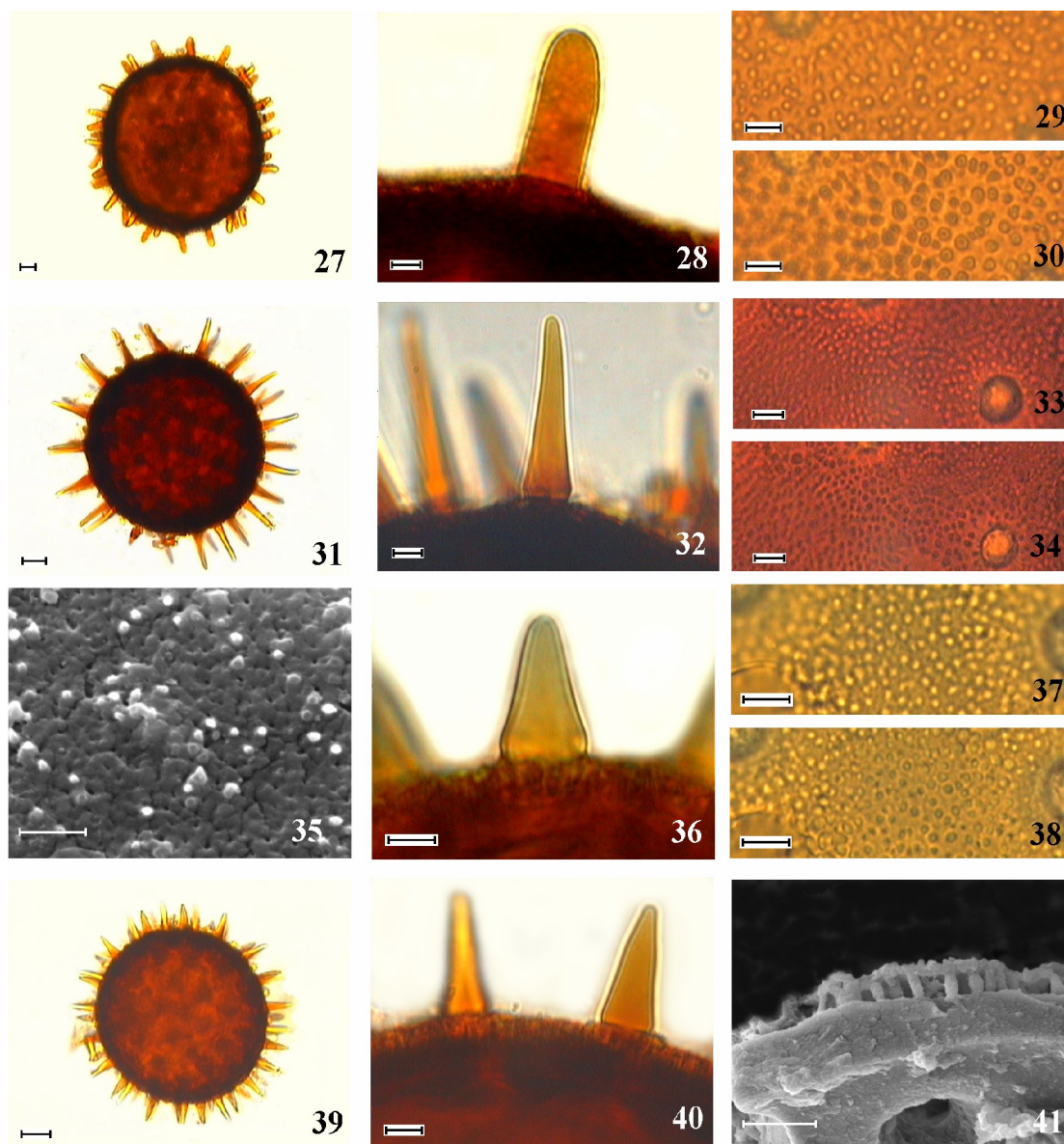
Espécies	Poros	Espinhos
	Número/2.916 μm^2	Número/2.916 μm^2
<i>P. almasana</i>	2-3	2-2
<i>P. garckeana</i>	4-7	3-5
<i>P. glazioviana</i>	4-6	3-5
<i>P. guerkeana</i>	5-7	4-6
<i>P. hexaphylla</i>	3-4	3-3
<i>P. laxifolia</i>	4-7	4-7
<i>P. macrostyla</i>	2-3	2-3
<i>P. malacophylla</i>	4-6	3-6
<i>P. malvaviscoides</i>	4-5	3-4
<i>P. martii</i>	4-8	4-7
<i>P. schrankii</i>	3-5	3-5
<i>P. serrana</i>	3-4	2-4
<i>P. spinistipula</i>	4-6	3-5
<i>P. varians</i>	3-5	3-5
<i>P. viscosa</i>	3-4	3-5

Tabela 7. Media aritmética, em μm , das medidas dos diâmetros 1 e 2 e do comprimento dos espinhos, dos materiais de comparação, das espécies do subgênero *Pavonia* Cav. (n = 10); ■ = valor dentro do IC do espécime padrão; ♦ = valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ▲ = valor fora da FV.

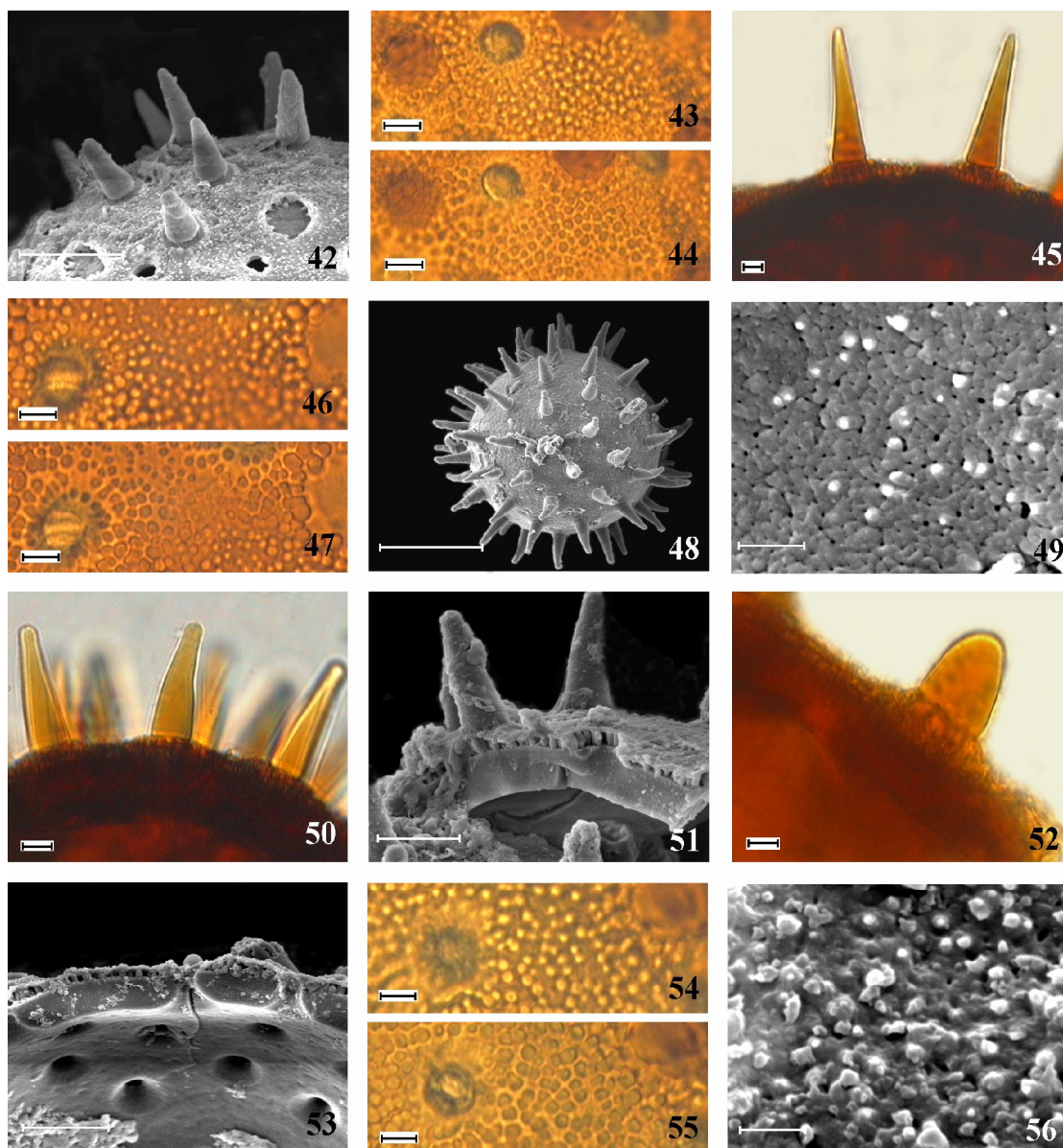
Espécies/Coletores	Diâmetro 1	Diâmetro 2	Espinho
<i>P. almasana</i>			
A. Furlan et al. CFCR1677	225,94♦	227,81♦	25,81
R.M. Harley et al 26540	196,38▲	197,81▲	39,84
P.T. Sano et al. CFCR 14580	227,81♦	228,75♦	27,56
P.T. Sano & T. Laessoe H52371	196,00▲	196,19▲	35,47
M.M. Silva-Castro	238,88■	240,94■	21,44
<i>P. garckeana</i>			
M. Batalha & W. Mantovani 35	154,55♦	155,58■	24,30
J. Mattos & N.Mattos 14444	156,50■	154,63♦	25,88
<i>P. glazioviana</i>			
G.L. Esteves & C. Kameyama 2522	153,75▲	151,75▲	15,75
J.S. Silva 671	143,13♦	140,88■	15,19
M. Silva et al. 213	144,65♦	146,00♦	14,95
<i>P. guerkeana</i>			
A.C. Brade 5972	150,50▲	151,83♦	22,17
B.C. Teixeira & A.R. Teixeira 9	144,25♦	143,63♦	20,00
A.P. Viegas et. al s.n. (SP48779).	150,23▲	149,90♦	21,43
<i>P. hexaphylla</i>			
Alunos aula de taxonomia UNB 388	152,33▲	152,83▲	26,98
L.R.H. Bicudo et al. 710	157,10▲	158,25▲	31,88
A. Custodio Filho 6933	156,80▲	156,954▲	28,38
G.L. Esteves & C. Kameyama 2477	148,05▲	146,35▲	25,25
P.S.B.A. Salles 12	147,20▲	145,85▲	24,60
<i>P. laxifolia</i>			
Grotter 5823	138,35▲	138,15▲	19,85
F.C. Hoehne s.n. (SP20058)	133,05♦	133,33♦	20,63
A. Krapovickas & C.L. Cristóbal 35499	141,23▲	139,88▲	18,18
<i>P. macrostyla</i>			
S. Atkins et al. CFCR14747	235,31♦	236,98■	14,17
G.L. Esteves & Kameyama 2528	247,01♦	250,10♦	12,78
W. Ganey 2634	235,36♦	241,25■	15,31
<i>P. malacophylla</i>			
R.M. Castro 409	142,38▲	144,10♦	20,15
T.A B. Dias et al. 144	151,30♦	148,63■	19,85
G.L. Esteves & F. Barros 2580	149,30■	149,05■	21,05
G.L. Esteves & C. Kameyama 2611	156,83♦	160,45▲	22,65
R.P. Lyra Lemos & F. Barros 2625	141,73▲	141,30♦	18,20
<i>P. malvaviscoides</i>			
G.L. Esteves 2404	159,48♦	158,50♦	19,15
A. Furlan et al. CFCR4642	178,25▲	178,13▲	20,08
I.D. Pinheiros & G.L. Esteves CFSC8571	153,53♦	154,70♦	21,48
I.D. Pinheiros & Gomes 235	154,95♦	155,73♦	21,18
<i>P. martii</i>			
G.L. Esteves & R.P. Lyra-Lemos 2530	139,55♦	140,65♦	25,98
França 4743	142,68♦	142,55♦	25,50

Continuação

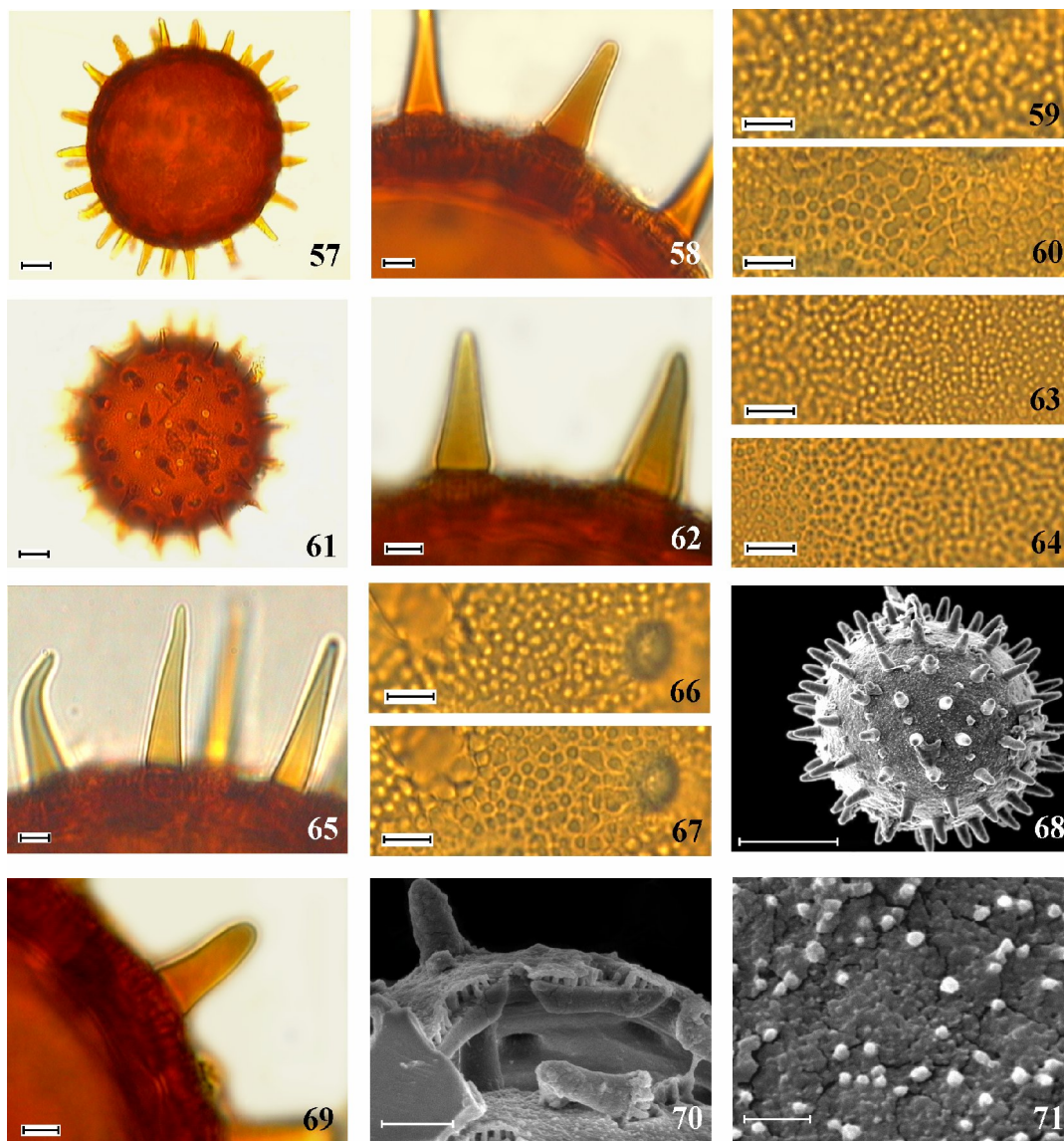
Espécies/Coletores	Diâmetro 1	Diâmetro 2	Espinho
<i>R. Mello et al. 4374</i>	138,18 [♦]	139,10 [♦]	28,38
<i>L.P. Queiroz 5570</i>	140,15 [♦]	140,93 [♦]	30,90
<i>P. schrankii</i>			
<i>I.F. Borges et al. 18</i>	139,83 [♦]	142,98 [■]	18,63
<i>G. Hatschbach et al. 72518</i>	151,69 [▲]	155,38 [▲]	14,75
<i>M. Kuhlmann & A. Gehrt s.n. (SP40080)</i>	155,03 [▲]	153,50 [▲]	17,18
<i>M.G. Robim 560</i>	163,03 [▲]	160,48 [▲]	18,05
<i>P. serrana</i>			
<i>R. Mello-Silva et al. 500</i>	170,20 [▲]	173,15 [▲]	19,40
<i>P. spinistipula</i>			
<i>V.J. Santos 566</i>	140,50 [▲]	140,43 [▲]	18,23
<i>P. viscosa</i>			
<i>M..M. Arbo et al. 4342</i>	211,90 [▲]	209,98 [▲]	20,20
<i>R..C. Forzza et al. 3972</i>	184,03 [▲]	184,30 [▲]	20,93
<i>R. Mello-Silva et al. 326</i>	222,05 [▲]	222,60 [▲]	20,13



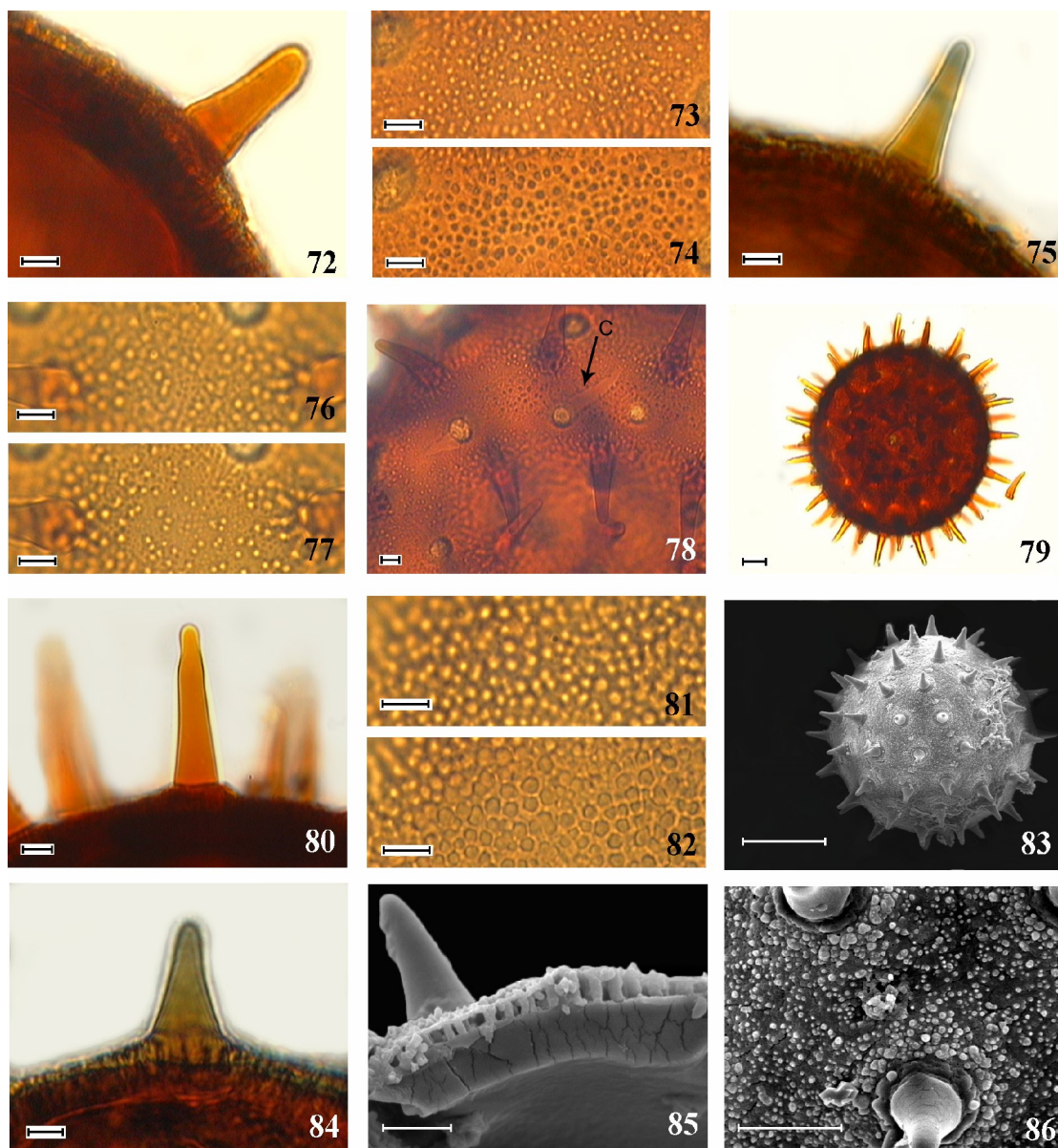
Figuras 27-41. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Pavonia*. 27-30. *Pavonia almasana*. 27. Contorno. 28. Detalhe do espinho. 29-30. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 31-35. *P. garckeana*. 31. Contorno. 32. Detalhe do espinho. 33-34. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 35. Detalhe da ornamentação (MEV). 36-38. *P. glazioviana*. 36. Corte óptico. 37-38. Análise L.O., em dois níveis de focalização. 39-41. *P. guerkeana*. 39. Contorno. 40. Detalhe do espinho e corte óptico. 41. Detalhe da estrutura da parede da exina (MEV). Escalas: figura 35 = 2 μ m; figuras 28-30, 32-34, 36-38, 40-41 = 5 μ m; figuras 27, 31, 39 = 20 μ m.



Figuras 42-56. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Pavonia*. 42-44. *P. guerkeana*. 42. Detalhe dos espinhos (MEV). 43-44. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 45-47. *P. hexaphylla*. 45. Detalhe do espinho. 46-47. Análise L.O., em dois níveis de focalização. 48-51. *P. laxifolia*. 48. Vista geral (MEV). 49. Detalhe da ornamentação (MEV). 50. Corte óptico. 51. Detalhe da estrutura da parede da exina (MEV). 52-56. *P. macrostyla*. 52. Corte óptico. 53. Detalhe da estrutura da parede da exina (MEV). 54-55. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 56. Detalhe da ornamentação (MEV). Escalas: figuras 49, 56 = 2 μm ; figuras 43-47, 50, 55 = 5 μm ; figura 51 = 10 μm ; figuras 42, 53 = 20 μm ; figura 48 = 50 μm .



Figuras 57-71. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Pavonia*. 57-60. *P. malacophylla*. 57. Contorno. 58. Corte óptico. 59-60. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 61-64. *P. malvaviscoides*. 61. Vista geral. 62. Corte óptico. 63-64. Análise L.O., em dois níveis de focalização. 65-67. *P. martii*. 65. Corte óptico. 66-67. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 68-71. *P. schrankii*. 68. Vista geral (MEV). 69. Corte óptico. 70. Detalhe da estrutura da parede (MEV). 71. Detalhe da ornamentação (MEV). Escalas: figura 71 = 2 μm ; figuras 58-60, 62-67, 69 = 5 μm ; figura 70 = 10 μm ; figuras 57, 61 = 20 μm ; figura 68 = 50 μm .



Figuras 72-86. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Pavonia*. 72-74. *P. serrana*. 72. Corte óptico. 73-74. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 75-78. *P. spnistipula*. 75. Corte óptico. 76-77. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 78. Detalhe mostrando o colpóide. 79-82. *P. varians*. 79. Contorno. 80. Detalhe do espinho. 81-82. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 83-86 *P. viscosa*. 83. Vista geral (MEV). 84. Corte óptico. 85. Detalhe da estrutura da parede (MEV). 86. Detalhe da ornamentação (MEV). c = colpóide. Escalas: figuras 72-78, 80-82, 84-85 = 5 μm ; figura 86 = 10 μm ; figura 79 = 20 μm ; figura 83 = 50 μm .

3.3. Subgênero *Typhalea* (DC) Ulbr.

Espécies estudadas:

P. castaneifolia (figuras 87-90, tabelas 8-10)

P. fruticosa (figuras 91-93, tabelas 8-10)

P. nemoralis (figuras 94-98, tabelas 8-10)

P. sepium (figuras 99-103, tabelas 8-10)

P. stellata (figuras 104-106, tabelas 8-9)

Grãos de pólen muito grandes (tabelas 8, 10); apolares esferoidais; pantoporados; exina espinhosa.

Aberturas: pantoporados. Poros circulares, em número de 4-8 / $2.916 \mu\text{m}^2$, distribuídos em espiral fechada pela superfície do grão de pólen, operculados, opérculos persistentes na maioria das vezes. Os poros em *P. sepium* (figura 101) estão associados a colpóides vestigiais, curtos e estreitos, com ca. $6,23 \mu\text{m}$ de comprimento e ca. $0,98 \mu\text{m}$ de largura; os poros estão localizados nas extremidades dos colpóides. Na tabela 9, observa-se que os menores valores dos diâmetros dos poros são encontrados nos grãos de pólen de *P. sepium* ($4,68 \mu\text{m}$), enquanto que os maiores valores ocorrem nos grãos de pólen de *P. stellata* ($5,50 \mu\text{m}$).

Exina: espinhosa. Sexina tectada; teto, na região interespinal perfurado, densamente espiculado-granulado. Sexina, sob o espinho, com espessura igual (*P. castaneifolia*, *P. nemoralis*, *P. stellata*) ou ligeiramente maior (*P. fruticosa*, *P. sepium*) que a região interespinal, formada por columelas curtas e conspícuas. Nexina bem mais espessa que a sexina (figura 88). A espessura da exina varia de $6,50 \mu\text{m}$ em *P. stellata* a $9,95 \mu\text{m}$ em *P. nemoralis* (tabela 9).

Sob MEV, nota-se em *P. nemoralis* (figura 98), uma exina levemente ondulada, espiculada, espículos com tamanhos diferentes, esparsamente perfurada, perfurações arredondadas ou alongadas, com tamanhos diferentes. Em *P. sepium* (figura 99) observa-se, sob MEV a exina ondulada e a constrição da base do espinho.

Espinhos curtos são encontrados em *P. sepium*, enquanto que espinhos médios (índice do espinho $2,01-2,99 \mu\text{m}$) são encontrados em *P. castaneifolia*, *P. fruticosa*, *P. nemoralis*, *P. stellata* (tabela 9). Em *P. castaneifolia* (figuras 88) e *P. sepium* (figuras 26) observa-se a presença de espinhos dimórficos ou seja espinhos

grandes (20,45 μm e 16,30 μm de comprimento) entremeados por espinhos menores (8,28 μm e 7,25 μm de comprimento).

Os grãos de pólen do subgênero *Typhalea*, tomando-se por base o ápice dos espinhos, e a presença ou não de constrição, foram divididos em dois tipos indicados abaixo.

1. ápice agudo, base sem constrição: *P. castaneifolia* (figura 88).

2. ápice arredondado:

- 2.1. base com constrição - *P. sepium* (figura, 99-100).

2. 2. base sem constrição - *P. fruticosa*, *P. nemoralis* e *P. stellata* (figuras 91, 95, 104).

Quanto ao número de espinhos, nota-se na tabela 9, que os grãos de pólen não apresentaram variação significativa entre as espécies ficando os valores na faixa entre 3-7 / 2.916 μm^2 . Em relação à distância entre os espinhos (tabela 9), os menores valores são encontrados nos grãos de pólen de *P. castaneifolia* (19,73 μm) e os maiores valores nos grãos de pólen de *P. nemoralis* (22,75 μm).

Observa-se, na tabela 10, que os espécimes *A. Gehrt s.n.*, SP8280 e *F.C. Hoehne s.n.*, SP18871 de *P. nemoralis*, apresentam os valores dos diâmetros 1 fora da faixa de variação do seu respectivo material padrão. Enquanto que, os valores dos diâmetros 1 e 2 dos demais espécimes analisados se encontram dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos seus respectivos materiais-padrão.

Tabela 8. Medidas, em μm , dos diâmetros 1 e 2 dos grãos de pólen das espécies do subgênero *Typhalea* (DC.) Ulbr. (n = 25). FV = faixa de variação; $\bar{x}$ = média aritmética; s_x = desvio padrão da média; s = desvio padrão da amostra; V = coeficiente de variabilidade; I.C. = intervalo confiança a 95%.

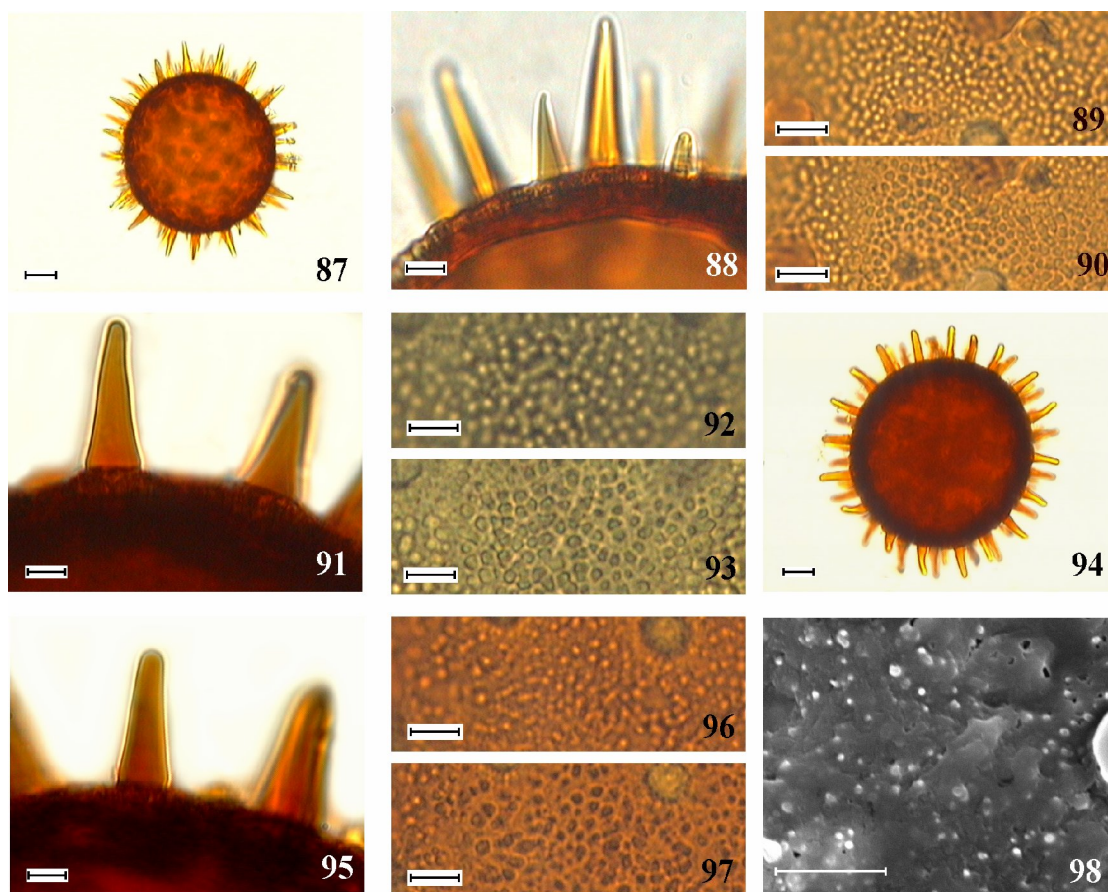
Grandezas Espécies	FV	$\bar{x} \pm s_x$	s	V (%)	I.C.
Diâmetro 1					
<i>P. castaneifolia</i>	90,50-116,25	$108,67 \pm 1,25$	6,23	5,74	106,10-111,24
<i>P. fruticosa</i>	107,25-125,00	$117,08 \pm 0,86$	4,31	3,69	115,30-118,86
<i>P. nemoralis</i>	118,25-141,25	$125,49 \pm 1,06$	5,31	4,23	123,30-127,68
<i>P. sepium</i>	101,25-122,50	$113,74 \pm 1,07$	5,37	4,72	111,53-115,95
<i>P. stellata</i>	104,00-125,00	$116,70 \pm 0,97$	4,83	4,14	114,71-118,59
Diâmetro 2					
<i>P. castaneifolia</i>	88,75-116,75	$108,62 \pm 1,19$	5,97	5,50	106,16-111,08
<i>P. fruticosa</i>	108,75-125,00	$115,21 \pm 0,87$	4,37	3,79	113,41-117,01
<i>P. nemoralis</i>	103,00-134,75	$125,07 \pm 1,32$	6,58	5,27	122,36-127,78
<i>P. sepium</i>	101,25-125,00	$114,11 \pm 1,09$	5,47	4,80	111,85-116,37
<i>P. stellata</i>	107,25-123,75	$116,57 \pm 1,04$	5,22	4,48	114,42-118,72

Tabela 9. Dados quantitativos dos grãos de pólen das espécies do subgênero de *Typhalea* (DC.) Ulbr. FV = Faixa de variação, x = média aritmética.

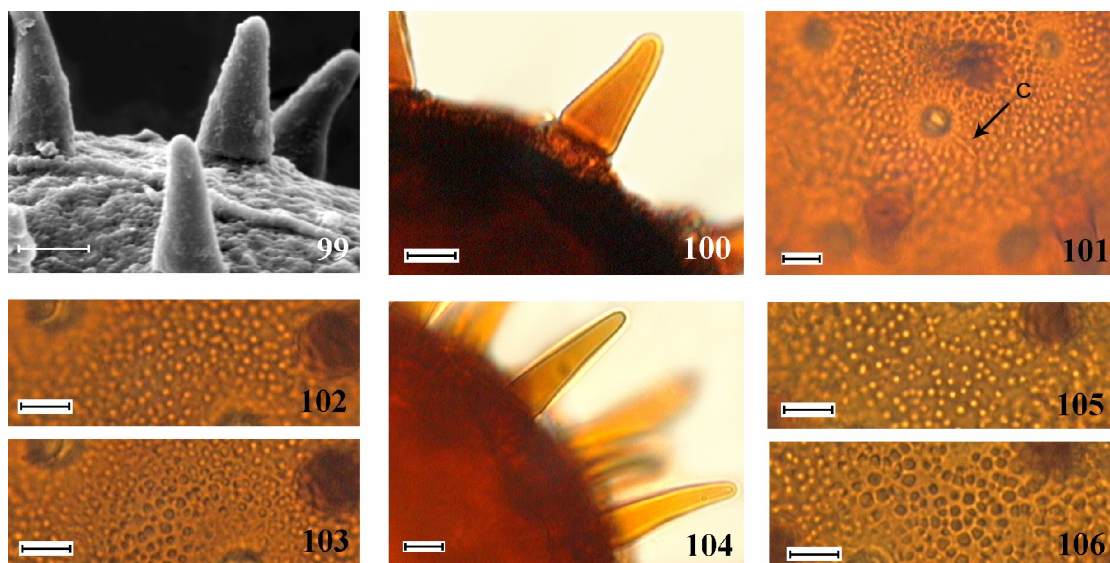
Espécies		<i>P. castaneifolia</i>	<i>P. fruticosa</i>	<i>P. nemoralis</i>	<i>P. sepium</i>	<i>P. stellata</i>
Grandezas						
Poro						
Diâmetro	x (µm)	5,03	5,15	5,18	4,68	5,50
Número/2.916 µm ²	FV (µm)	6-8	5-7	5-8	5-8	4-7
Espinhas						
Comprimento	x (µm)	20,45	18,28	19,65	16,30	18,60
Largura base	x (µm)	7,23	8,48	8,03	8,25	6,88
Largura ápice	x (µm)	2,27	3,13	4,35	4,28	3,08
Distância entre espinhas	x (µm)	19,73	21,58	22,75	22,58	22,58
Número/2.916 µm ²	FV (µm)	5-7	5-7	3-7	5-6	4-7
Índice do espinho	(µm)	2,82	2,15	2,44	1,97	2,70
Exina	x (µm)	7,20	8,58	9,95	8,95	6,50
Sexina	x (µm)	1,82	2,80	2,87	2,72	2,12
Nexina	x (µm)	5,30	5,61	5,61	7,23	4,25

Tabela 10. Média aritmética, em μm , das medidas dos diâmetros 1 e 2 e comprimento dos espinhos dos materiais de comparação das espécies do subgênero *Typhalea* (DC.) Ulbr. (n = 10); ■ = valor dentro do IC do espécime padrão; ♦ = valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ▲ = valor fora da FV.

Espécies/Coletores	Diâmetro 1	Diâmetro 2	Espinho
<i>P. castaneifolia</i>			
<i>G.L. Esteves & C. Kameyama</i> 2583	100,92♦	101,08♦	13,58
<i>P. fruticosa</i>			
<i>T.S. Nunes</i> 761	117,63■	118,58♦	16,55
<i>P. nemoralis</i>			
<i>A. Gerhrt s.n.</i> (SP8280)	117,65▲	118,20♦	18,25
<i>F.C. Hoehne s.n.</i> (SP18871)	117,08▲	119,13♦	18,88
<i>P. sepium</i>			
<i>W. Bockermann s.n.</i> (SP192949)	114,95■	115,98■	18,90
<i>T. Luis</i> 709	113,80■	113,05■	22,63
<i>G. Mattos</i> 14559	108,20♦	109,60♦	18,68



Figuras 87-98. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Typhalea*. 87-90. *P. castaneifolia*. 87. Contorno. 88. Corte óptico. 89-90. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 91-93. *P. fruticosa*. 91. Detalhe do espinho. 92-93. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 94-98. *P. nemoralis*. 94. Contorno. 95. Corte óptico. 96-97. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 98. Detalhe da ornamentação (MEV). Escalas: figuras 88-93, 95-98 = 5 μm ; figuras 87, 94 = 20 μm .



Figuras 99-106. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies subgênero *Typhalea*. 99-103. *P. sepium*. 99. Detalhe da ornamentação e dos espinhos (MEV). 100. Detalhe do espinho. 101. Detalhe do colpóide,. 102-103. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. 104-106. *P. stellata*. 104. Detalhe do espinho. 105-106. Análise de L.O., em dois níveis de focalização. c = colpóide. Escalas: figuras 99-106 = 5 μ m.

Analisando-se o intervalo de confiança a 95 % das medidas dos diâmetros 1 e 2 dos grãos de pólen das espécies estudadas dos subgêneros *Goethoides*, *Pavonia* e *Typhalea* (figuras 107) verifica-se que:

a. os grãos de pólen de *P. castaneifolia* se separam das demais por serem menores quando se leva em consideração os diâmetros 1 e 2;

b. os grãos de pólen de *P. fruticosa*, *P. sepium* e *P. stellata* não se separam entre si, mas separam-se das demais espécies quando se leva em consideração os diâmetros 1 e 2;

c. os grãos de pólen da espécie *P. nemoralis.*, com base no diâmetro 1, separam-se das demais espécies;

d. quando se leva em consideração o diâmetro 1, as espécies *P. goetheoides*, *P. laxifolia*, *P. guerkeana*, *P. calyculosa*, *P. glazioviana*, *P. makoyana*, *P. malvaviscoides*, *P. martii*, *P. schrankii*, *P. malacophylla*, *P. alnifolia*, *P. viscosa*, *P. spinistipula*, *P. garckeana* e *P. varians* formam um grupo contínuo, no qual é possível separar algumas espécies;

e. os grãos de pólen da espécie *P. multiflora*, com base no diâmetro 1, separam-se das demais espécies;

f. os grãos de pólen das espécies *P. serrana* e *P. hexaphylla* separam-se das demais espécies, quando se leva em consideração os valores dos diâmetros 1 e 2, mas não se separam entre si;

g. os grãos de pólen da espécie *P. crassipedicellata*, separam-se das demais espécies quando se leva em consideração os valores dos diâmetros 1 e 2 ;

h. com base nos diâmetros 1 e 2, os grãos de pólen de *P. almasana* e *P. macrostyla* separam-se das demais espécies por serem maiores;

i. quando se leva em consideração o diâmetro 2, as espécies *P. nemoralis*., *P. goetheoides*, *P. laxifolia*, *P. guerkeana*, *P. calyculosa*, *P. glazioviana*, *P. makoyana*, *P. schrankii*, *P. malvaviscoides*, *P. martii*, *P. malacophylla*, *P. alnifolia*, *P. viscosa*, *P. garckeana* e *P. spinistipula* formam um grupo contínuo, no qual é possível separar algumas espécies;

j. os grãos de pólen das espécies *P. varians* e *P. multiflora* não se separam entre si, mas separam-se das demais espécies quando se leva em consideração os valores dos diâmetros 1;

k. os grãos das espécies do subgênero *Typhalea* (*P. castaneifolia*, *P. fruticosa*, *P. sepium* e *P. stellata*, com exceção de *P. nemoralis*) separam-se das demais espécies pertencentes aos subgêneros *Pavonia* e *Goethoides* por apresentarem os menores valores dos grãos de pólen.

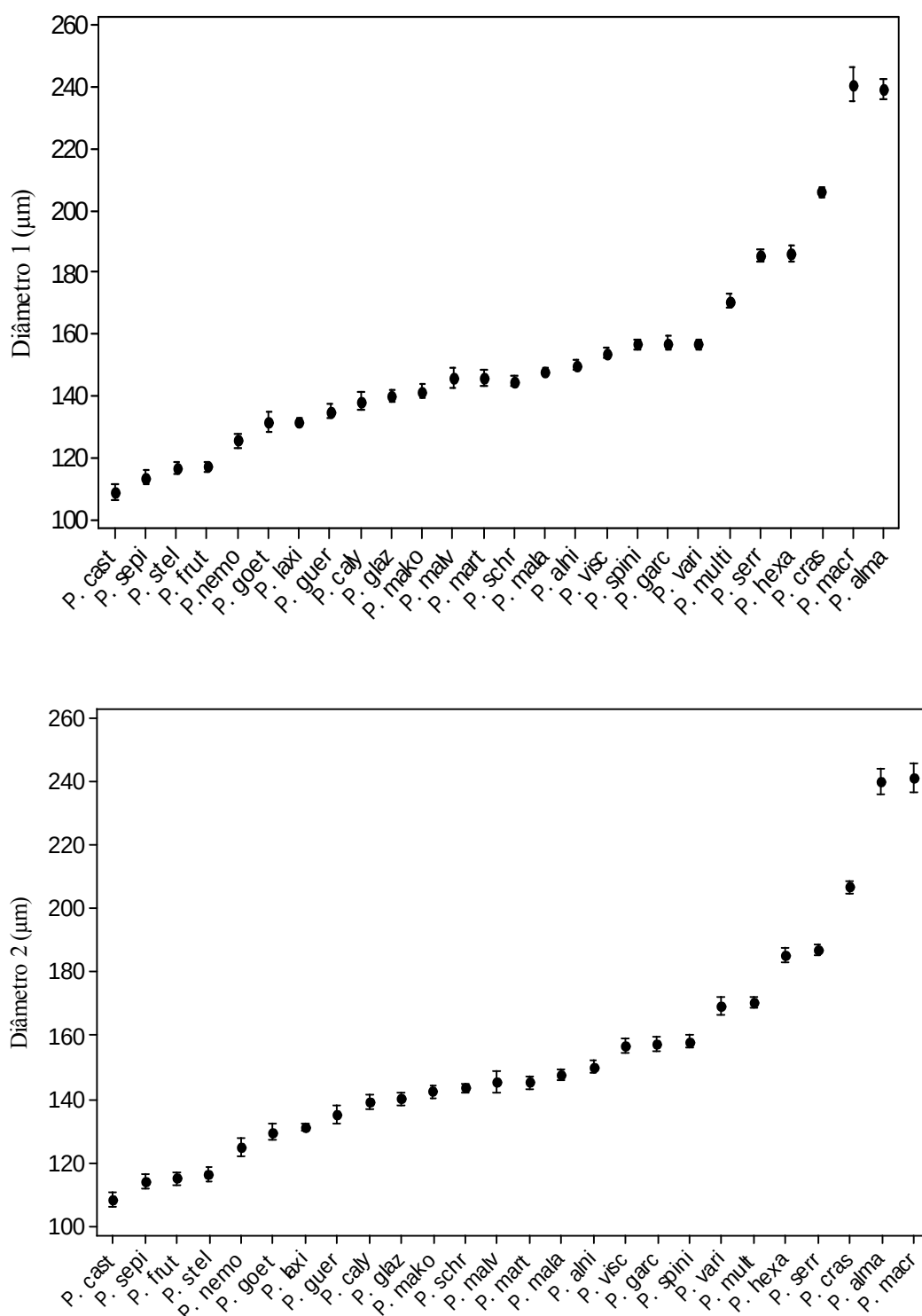


Figura. 107. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95% dos diâmetros 1 e diâmetros 2 dos grãos de pólen das espécies dos subgêneros *Goetheoides* Gürke, *Pavonia* Cav. e *Typhalea* DC. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. P.alma = *P. almasana*, P.alni = *P. alnifolia*, P.caly = *P. calyculosa*, P.cast. = *P. castaneifolia*, P.cras = *P. crassipedicellata*, P.frut = *P. fruticosa*, P.garc = *P. garckeana*, P.glaz = *P. glazioviana*, P.goet = *P. goetheoides*, P.guer = *P. guerkeana*, P.hexa = *P. hexaphylla*, P.laxi = *P. laxifolia*, P.macro = *P. macrostyla*, P.mako = *P. makoyana*, P.mala = *P. malacophylla*, P.malv = *P. malvaviscoides*, P.mart = *P. martii*, P.mult = *P. multiflora*, P.nemo = *P. nemoralis*, P.schr = *P. schrankii*, P.sepi = *P. sepium*, P.serr = *P. serrana*, P.spini = *P. spinistipula*, P.stel = *P. stellata*, P.vari = *P. varians*, P.visco = *P. viscosa*.

As espécies estudadas dos subgêneros *Goetheoides*, *Pavonia* e *Typhalea* foram submetidas a uma análise de ornadenação (Análise de Componentes Principais - PCA), utilizando 10 variáveis métricas dos seus grãos de pólen (tabela 11). A PCA resumiu em seus dois primeiros eixos (figura 108), 72,49% da variabilidade total dos dados.

O primeiro eixo resumiu sozinho 57,03% da variância em função principalmente dos valores de largura do ápice dos espinhos (EspLargA). Todas as espécies do subgênero *Typhalea* ficaram ordenadas no lado direito do eixo, pois apresentam os menores valores para todas variáveis métricas utilizadas na análise. As espécies pertencentes aos subgêneros *Pavonia* e *Goetheoides* formam um grupo heterogêneo na análise, onde suas espécies apresentam valores intermediários para as variáveis analisadas, ficando assim distribuídas ao longo do eixo 1. Do lado esquerdo do eixo 1 encontram-se as espécies com os maiores valores para todas as variáveis métricas (principalmente as variáveis mais correlacionadas com o eixo 1, tabela 11); destacando-se *P. macrostyla* e *P. almasana* (subgênero *Pavonia*), com os maiores valores de diâmetros 1 e 2 dos grãos de pólen e para as medidas de larguras de espinho.

O segundo eixo resumiu 15,46% da variabilidade dos dados analisados, e teve como variáveis mais correlacionadas as medidas de espessura tanto da nexina quanto da exina, o que contribuiu para o posicionamento de *P. makoyana* (subgênero *Goetheoides*) com os maiores valores para estas variáveis (parte superior do eixo 2, figura 108).

Tabela 11. 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 de *Pavonia* (subgêneros *Goetheoides*, *Pavonia*, *Typhalea*).

Variáveis		Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
D1	(diâmetro 1)	-0,3214	-0,3618
D2	(diâmetro 2)	-0,3268	-0,3643
Porodiam	(diâmetro do poro)	-0,1842	-0,2786
Exina	(exina)	-0,2989	0,4678
Sexina	(sexina)	-0,1772	0,0964
Nexina	(nexina)	-0,3105	0,5405
EspCompr	(comprimento do espinho)	-0,0998	0,2509
EspLargB	(largura da base do espinho)	-0,2928	0,0156
EspLargA	(largura do ápice do espinho)	-0,6040	0,0150
DistBase	(distância entre os espinho)	-0,2799	-0,2740

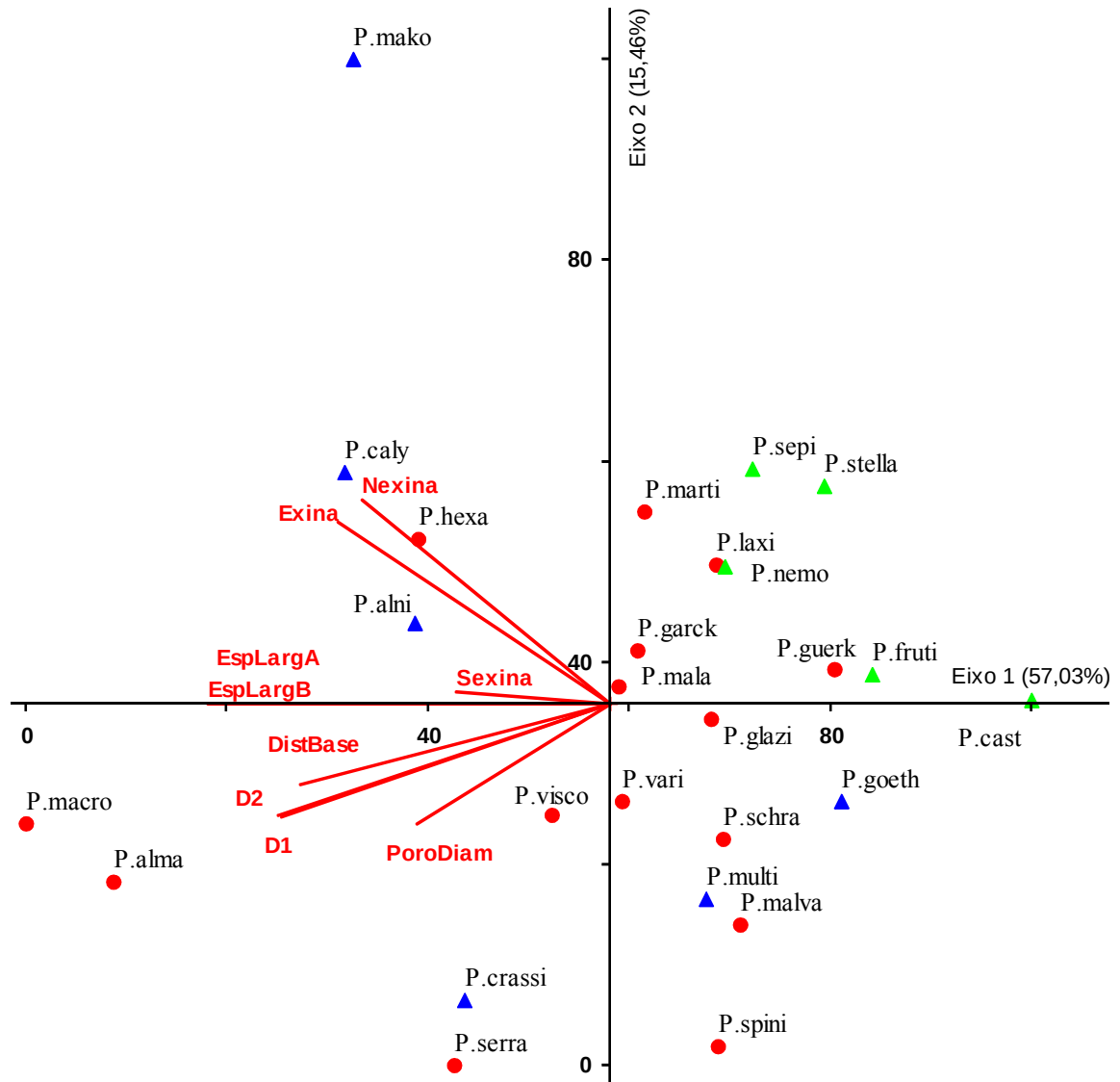


Figura 108. Ordenação, pela PCA, das espécies de *Pavonia*, em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. P.alma = *P. almasana*, P.alni = *P. alnifolia*, P.caly = *P. calyculosa*, P.cast. = *P. castaneifolia*, P.crassi = *P. crassipedicellata*, P.fruti = *P. fruticosa*, P.garck = *P. garckeana*, P.glazi = *P. glazioviana*, P.goeth = *P. goetheoides*, P.guerk = *P. guerkeana*, P.hexa = *P. hexaphylla*, P.laxi = *P. laxifolia*, P.macro = *P. macrostyla*, P.mako = *P. makoyana*, P.mala = *P. malacophylla*, P.malva = *P. malvaviscoides*, P.marti = *P. martii*, P.multi = *P. multiflora*, P.nemo = *P. nemoralis*, P.schra = *P. schrankii*, P.sepi = *P. sepium*, P.serra = *P. serrana*, P.spini = *P. spinistipula*, P.stella = *P. stellata*, P.vari = *P. varians*, P.visco = *P. viscosa*. ▲ = subgênero *Goetheoides*, ● = subgênero *Pavonia*, ▲ = subgênero *Typhalea*.

3.4. Chave polínica para as espécies de *Pavonia* ocorrentes nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil

1. Grãos de pólen com poros associados a colpóides
 2. Espinhos médios (índice do espinho 2,01-2,99 μm);
região interespinal microrreticulado-espiculada *P. spinistipula*
 2. Espinhos curtos (índice $\leq 2,00$ μm); região interespinal
perfurado-espiculado-granulada
 3. Grãos de pólen com espinhos dimórficos; exina $< 9,50$ μm
 4. Base do espinho constrita *P. sepium*
 4. Base do espinho não constrita *P. multiflora*
 3. Grãos de pólen com espinhos monomórficos;
exina $> 10,00$ μm *P. calyculosa*
1. Grãos de pólen com poros não associados a colpóides
 5. Região interespinal microrreticulado-espiculado *P. laxifolia*
 5. Região interespinal perfurado-espiculado-granulada
 6. Grãos de pólen com espinhos dimórficos *P. castaneifolia*
 6. Grãos de pólen com espinhos monomórficos
 7. Grãos de pólen com espinhos longos (índice do espinho ≥ 3)
 8. Base dos espinhos constrita *P. garckeana*
 8. Base não constrita
 9. Exina ca. 11,00 μm de espessura; distância entre espinhos
ca. 23,00 μm *P. martii*
 9. Exina ca. 14,00 μm de espessura; distância entre espinhos
ca. 34,00 μm *P. hexaphylla*
 7. Grãos de pólen com espinhos curtos (índice $\leq 2,00$ μm)
ou médios (índice 2,01-2,99 μm)
 10. Espinhos médios
 11. Exina $< 9,00$ μm de espessura
 12. Ápice dos espinhos agudo; base dos espinhos
constrita *P. goetheoides*
 12. Ápice dos espinhos arredondados; base dos
espinhos não constrita

- 13. Exina ca. 6,50 μm de espessura *P. stellata*
- 13. Exina ca. 8,50 μm de espessura *P. fruticosa*
- 11. Exina > 9,50 μm de espessura
 - 14. Grãos de pólen com espinhos constrictos
 - 15. Ápice do espinho arredondado; constrição próxima ao ápice do espinho *P. varians*
 - 15. Ápice do espinho agudo; constrição na base do espinho *P. guerkeana*
 - 14. Grãos de pólen com espinhos não constrictos
 - 16. Distância entre os espinhos ca. 37,50 μm ; exina ca. 13,00 μm de espessura; diâmetro do poro ca. 8,50 μm *P. almasana*
 - 16. Distância entre os espinhos $\leq 26,00 \mu\text{m}$; exina < 11,00 μm de espessura; diâmetro do poro < 6,50 μm
 - 17. Espinhos ca. 22,70 μm de distância; diâmetro do poro ca. 5,00 μm ; exina < 10,00 μm de espessura *P. nemoralis*
 - 17. Espinhos ca. 25,40 μm de distância; diâmetro do poro 5,75 μm ; exina $\geq 10,00 \mu\text{m}$ de espessura *P. malacophylla*
- 10. Espinhos curtos
 - 18. Ápice do espinho agudo
 - 19. Espinho sem constrição na base; distância entre os espinhos ca. 31,00 μm *P. viscosa*
 - 19. Espinho com constrição na base; distância entre os espinhos ca. 28,00 μm *P. malvaviscoides*
 - 18. Ápice do espinho arredondado
 - 20. Base dos espinhos com constrição
 - 21. Exina ca. 20,00 μm de espessura *P. makoyana*
 - 21. Exina ca. 10,00 μm de espessura *P. glazioviana*
 - 20. Base dos espinhos sem constrição
 - 22. Exina > 14,00 μm de espessura *P. macrostyla*

22. Exina $\leq 12,00 \mu\text{m}$ de espessura
23. Espessura da exina $< 9,00 \mu\text{m}$
24. Distância entre os espinhos ca.
 $33,50 \mu\text{m}$; diâmetro do poro
ca. $8,00 \mu\text{m}$ *P. serrana*
24. Distância entre os espinhos ca.
 $22,00 \mu\text{m}$; diâmetro do poro ca.
 $5,00 \mu\text{m}$ *P. schrankii*
23. Espessura da exina $9,50\text{-}12,00 \mu\text{m}$
25. Diâmetro do poro ca. $5,00 \mu\text{m}$;
distância entre os espinhos
ca. $32,00 \mu\text{m}$ *P. alnifolia*
25. Diâmetro do poro ca. $8,00 \mu\text{m}$;
distância entre os espinhos
ca. $30,50 \mu\text{m}$ *P. crassipedicellata*

4. Discussão

Os trabalhos que trataram de *Pavonia* mostraram que o gênero é relativamente homogêneo do ponto de vista polínico, caracterizando-se como estenopolínico, com grãos de pólen geralmente grandes, muito grandes a gigantes, pantoporados, raramente pantocolpoidorados, poros operculados, às vezes anulados, exina espinhosa, espinhos de formas e tamanhos variados (Saad 1960, Barth 1975, Bonnefille & Riollot 1980, Christensen 1986, Roubik & Moreno 1991, El Ghazali 1993, Esteves 1996, Jimenez-Reyes 2003, El Naggar 2004, Cuadrado 2006 e Saba 2007).

Nos trabalhos palinológicos sobre *Pavonia*, poucos foram os que englobaram algumas das 26 espécies aqui estudadas, exceto *P. glazioviana*, *P. guerkeana* e *P. malacophylla* e *P. sepium*. No presente estudo os dados polínicos serão discutidos inicialmente com base nos três subgêneros aceitos por Esteves (1996): *Goetheoides*, *Pavonia* e *Typhalea* e posteriormente, com base nas espécies, considerando-se os tamanhos dos grãos de pólen, tipos de abertura, padrões de ornamentação do teto, além de características dos espinhos como o tipo de ápice, a presença ou não de constrição e sua posição. Tais caracteres foram considerados, neste estudo, de importante valor taxonômico.

Na literatura analisada, não foram encontrados dados palinológicos sobre as espécies de *Goetheoides*, sendo inédito o estudo aqui apresentado para esse subgênero. Dentre as 23 espécies ocorrentes no Brasil, seis foram aqui analisadas, caracterizando-se por apresentarem grãos de pólen de tamanho grande a gigante, pantoporados, com poros associados a colpóides vestigiais em *P. calyculosa* e *P. multiflora* ou com poros não associados a colpóides em *P. alnifolia*, *P. crassipedicellata*, *P. goetheoides* e *P. makoyana*. Os poros estão localizados no meio do colpóide em *P. calyculosa* ou na

extremidade do colpóide em *P. multiflora*. A exina é espinhosa, com espinhos médios de ápice pontiagudo em *P. goetheoides* e espinhos curtos de ápice arredondo em *P. alnifolia*, *P. calyculosa*, *P. crassipedicellata*, *P. makoyana* e *P. multiflora*. A ornamentação do teto é perfurado-espiculado-granulada na maioria das espécies a perfurado-granulada em *P. goetheoides*. Os espinhos de *P. calyculosa*, *P. goetheoides* e *P. makoyana* apresentam constrição na sua base, enquanto os de *P. alnifolia*, *P. crassipedicellata* e *P. multiflora* não possuem constrição.

De uma forma geral, os caracteres dos grãos de pólen das espécies do subgênero *Goetheoides* são semelhantes àqueles encontrados nas espécies do subgênero *Pavonia*, conforme será discutido adiante, o que não permite um posicionamento seguro quanto à separação desses dois subgêneros, presentes na proposta de Esteves (1998a) baseada na morfologia geral. Tais evidências também são corroboradas pela ordenação obtida através da análise dos componentes principais, na qual os dados quantitativos dos grãos de pólen são semelhantes para as espécies dos dois subgêneros.

Quanto ao agrupamento das espécies nas seções *Goetheoides* e *Tricalycaris* do subgênero *Goetheoides* a única espécie aqui estudada da seção *Tricalycaris*, *P. multiflora*, distingue-se das demais espécies estudadas da seção *Goetheoides* por apresentar espinhos dimórficos, corroborando a classificação aceita por Gürke (1892), Esteves (1998a) e Fryxell (1999).

Das cerca de 48 espécies do subgênero *Pavonia* ocorrentes nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, 15 foram tratadas no presente trabalho.

A morfologia polínica das espécies estudadas deste subgênero mostrou-se bastante heterogênea, principalmente com relação aos tamanhos dos grãos de pólen, tipos de aberturas, morfologia dos espinhos e ornamentação do teto. No que diz respeito às aberturas, constatou-se que a maioria apresenta poros não associados a colpóides, ou

seja, possui grãos pantoporados, com exceção de *P. spinistipula* cujos poros são associados a colpóides. Os espinhos variam quanto ao tamanho, tipo de ápice e posição da constrição, constatando-se desde espinhos curtos, médios até grandes, de ápice pontiagudo ou arredondado, com constrição na região mediana (*P. laxifolia*), próxima ao ápice (*P. varians*) ou na base (nas demais espécies). A ornamentação do teto variou de microrreticulado-espiculado-granulada (*P. laxifolia* e *P. spinistipula*) a perfurado-espiculado-granulada, nas demais espécies.

A heterogeneidade constatada na morfologia polínica das espécies do subgênero *Pavonia* reflete a complexidade taxonômica descrita por Esteves (1996). Esta autora discutiu as afinidades taxonômicas existentes entre as espécies dos subgêneros *Pavonia*, *Goetheoides* e *Typhalea*, separando-os por características dos mericarpos, entretanto, as diferenças entre os subgêneros *Pavonia* e *Goetheoides* são muito tênues, denotando grande afinidade entre os mesmos.

No tocante aos grãos de pólen foi possível constatar que vários caracteres são compartilhados por espécies dos dois subgêneros. Assim, grãos grandes, muito grandes-gigantes ou gigantes são encontrados em *P. malacophylla*, *P. glazioviana*, *P. guerkeana* (subg. *Pavonia*) e *P. goetheoides*, *P. makoyana*, *P. calyculosa* (subg. *Goetheoides*); tipos de ápice e ausência de constrição na base do espinho são compartilhados por *P. almasana*, *P. macrostylla*, *P. malacophylla* (subg. *Pavonia*) e *P. alnifolia*, *P. crassipedicellata* e *P. multiflora* (subg. *Goetheoides*); já quanto à ornamentação, *P. almasana*, *P. guerkeana*, *P. malvaviscoides* (subg. *Pavonia*) compartilham com *P. alnifolia*, *P. calyculosa* e *P. crassipedicellata* (subg. *Goetheoides*) o teto perfurado-espiculado-granulado.

Das cerca de nove espécies do subgênero *Typhalea* ocorrentes nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, cinco foram aqui analisadas palinologicamente.

O estudo dessas espécies mostrou uma relativa homogeneidade, especialmente quanto aos dados quantitativos. Os tamanhos dos grãos de pólen são menores quando comparados com os das espécies dos outros dois subgêneros, conforme mostra o intervalo de confiança a 95% e a ordenação obtida através da análise dos componentes principais. Tais resultados permitem separar esse subgênero, principalmente em função das menores variáveis métricas, corroborando os autores que consideram *Typhalea* como um subgênero distinto e bem caracterizado.

Com relação às espécies de *Pavonia*, foram observados dois agrupamentos com base na abertura: (a) *P. spinistipula*, *P. sepium*, *P. calyculosa* e *P. multiflora*, com grãos de pólen pantoporados, mas cujos poros estão associados a colpóides; e (b) as demais espécies, com grãos de pólen pantoporados, cujos poros não estão associados a colpóides.

As espécies estudadas, do primeiro desses agrupamentos, apresentaram dificuldades na definição da abertura, pois, de início, sob MO, os colpóides aparentaram ser apenas rachaduras alongadas, às vezes pouco visíveis, que geralmente ocorriam de um único lado dos poros. Colpóides em grãos de pólen de *Pavonia* já haviam sido observados por Cuadrado (2006) que os descreveu como estreitos, com bordas não bem definidas, às vezes ultrapassando a endoabertura, sendo mais claramente observados sob MEV, e aparecendo, sob MO, como uma zona mais brilhante que o resto da exina.

Cuadrado (2006), ao estudar sob MEV e MO, 23 espécies de *Pavonia* ocorrentes no nordeste da Argentina, dividiu seus grãos de pólen em dois tipos quanto à abertura: pantoporados e pantocolpoidorados. As espécies estudadas pela autora são, em sua maioria, representantes do subgênero *Pavonia*, três das quais ocorrem também no Brasil, *P. communis* St. Hil., *P. hastata* Cav. e *P. sepium*. Esta última espécie foi estudada, também, no presente trabalho. Os resultados obtidos para *P. sepium* por

Cuadrado (2006) são compatíveis com os aqui observados, entretanto aquela autora não mencionou a presença de espinhos dimórficos, caráter bem evidente nos espécimes aqui analisados.

No presente trabalho as aberturas foram definidas como pantoporadas com colpóides vestigiais associados aos poros, sendo estes localizados nas extremidades dos colpóides ou, raramente, no meio deles, como em *P. calyculosa*. Grãos de pólen com colpóides associados ou não a poros, também foram observados na família Malpighiaceae, com os poros localizados próximos à extremidade ou descentralizados nos colpóides (Makino 1988, 1993a, b). A presença de colpóides vestigiais em *Pavonia* sugere que estes podem estar sofrendo processo de encurtamento e desaparecimento da ectoabertura (colpo), dando lugar a poros distribuídos pela superfície do grão, conforme foi referido anteriormente por Christensen (1986) para Malvaceae s.s. Segundo Esteves (1996) a diversidade e a descoberta de espécies novas de *Pavonia* na região neotropical, associadas ao elevado grau de endemismo, parecem indicar que o gênero encontra-se em plena evolução. Isso poderia justificar a presença de grãos de pólen com padrões intermediários de abertura, como a presença de colpóides vestigiais.

Do ponto de vista taxonômico as espécies estudadas, cujos poros estão associados a colpóides, estão situadas tanto no subgênero *Goetheoides* (*P. calyculosa*, *P. multiflora*), quanto nos subgêneros *Typhalea* (*P. sepium*) e *Pavonia* (*P. spinistipula*), indicando que esse caráter não é exclusivo de nenhum dos subgêneros.

Neste agrupamento foi possível diferenciar as espécies por meio da ornamentação do teto, presença ou não de espinhos dimórficos e espessura da exina, conforme pode ser visto na chave polínica apresentada. *P. multiflora* e *P. calyculosa*, embora pertençam ao mesmo subgênero, são facilmente distinguidas pela presença de espinhos dimórficos na primeira e monomórficos na segunda, além de poros situados no

meio dos colpóides somente em *P. calyculosa*. Morfologicamente, essas duas espécies também são facilmente separadas, estando, inclusive, situadas em seções diferentes nas classificações infragenéricas de *Pavonia*, com base no número, disposição e coloração das bractéolas do epicálice, que são 7 a 12, verticiladas e verdes a vináceas em *P. calyculosa*, e 12 a 28, espiraladas e rosadas em *P. multiflora* (Gürke 1892, Esteves 1996, 2001, Fryxell 1999).

O segundo agrupamento de espécies com grãos de pólen pantoporados, cujos poros não estão associados a colpóides, é formado pela maioria dos representantes de *Pavonia* aqui estudados, englobando 22 espécies pertencentes aos três subgêneros. É importante ressaltar a variabilidade polínica das espécies pertencentes a este grupo, evidenciada na chave polínica. As espécies se separaram quanto à ornamentação do teto, que é microrreticulado-espiculado-granulado em *P. laxifolia* e perfurado-espiculado-granulado nas demais espécies. Dentro desse último grupo pode-se observar que as espécies são distintas, pelos caracteres dos espinhos, espessura da exina e diâmetro dos poros.

A maioria dos autores que também trataram palinologicamente o gênero *Pavonia*, consideraram os grãos de pólen como sendo pantoporados (Saad 1960, Salgado-Labouriau 1973, Barth 1975, Bonnefille & Riollot 1980, Christensen 1986, Roubick & Moreno 1991, El Ghazali 1993, Esteves 1996, Jiménez-Reyes 2003, Saba 2007). Para as espécies deste grupo aqui analisadas somente foram encontrados estudos anteriores para *P. guerkeana*, *P. glazioviana*, e *P. malacophylla*.

Pavonia guerkeana foi palinologicamente descrita por Cuadrado (2006). Quanto quanto ao tipo de abertura, os resultados apresentados por essa autora são semelhantes ao deste trabalho, entretanto, quanto à ornamentação da sexina foi descrita como granulada, com espículos supratectais, enquanto que nos os quatro espécimes aqui

analisados apresentaram sexina perfurado-espiculado-granulada. Com relação ao tamanho dos grãos de pólen do espécime descrito por Cuadrado (2006), estes são significativamente menores que os aqui estudados.

No trabalho sobre a morfologia polínica de *Malvaceae s.l.* e suas implicações taxonômicas e filogenéticas, Saba (2007) descreveu os grãos de pólen de *P. glazioviana*, como polipantoporados, com poros circulares, anulados, distribuídos em espiral fechada, exina granulada-equinada e espinhos com base constrita e com tamanho variando de 102,5-167,5 μm . Os dados da autora são semelhantes aos aqui encontrados, quanto ao tamanho dos grãos de pólen, ao tipo de abertura e à ornamentação, mas não quanto à presença de ânulo nos poros.

Pavonia malacophylla foi examinada palinologicamente por Christensen (1986) sob o nome *Lopimia malacophylla* (Link. & Otto) Martens e por Saba (2007). Seus grãos de pólen foram descritos como polipantoporados, com poros operculados e nexina mais espessa que a sexina; essas características também foram registradas no presente trabalho. Segundo Christensen (1986), a espécie apresenta teto foveolado a perfurado-granulado, enquanto para Saba (2007), ele é perfurado-granulado-equinado, características confirmadas nos espécimes aqui analisados, divergindo apenas de Christensen (1986) que descreveu o teto como foveolado. Saba (2007) mencionou a presença de ânulo nos poros e espinhos localizados sobre elevação da sexina, caracteres estes não observados no presente estudo. Dos outros autores que estudaram os grãos de pólen de *Pavonia*, apenas Saba (2007) mencionou a presença de espinhos situados sobre elevações da sexina, sendo este um caráter raro e pouco evidente nas espécies desse gênero. Com relação ao tamanho, os grãos de pólen dos espécimes descritos por Christensen (1986) e Saba (2007) são ligeiramente menores que a maioria dos espécimes aqui estudados.

Outras espécies de *Pavonia*, não estudadas aqui, foram observadas por vários autores, tais como Saad (1960), Salgado-Labouriau (1973), Barth (1975), Bonnefille & Riollet (1980), Christensen 1986), Roubik & Moreno (1991), El Ghazali 1993) e Jiménez-Reyes (2003).

Existem dados para os grãos de pólen das espécies africanas *P. patens* (Andrews) Chiovenda (Bonnefille & Riollet 1980, El Ghazali 1993), *P. propinqua* Garck (Bonnefille & Riollet 1980), *P. triloba* Guillet & Perrottet (El Ghazali 1993) e *P. zeilanica* Cav. (Saad 1960, Bonnefille & Riollet 1980). Os resultados das espécies aqui estudadas corroboram os dados apresentados por esses autores. Saad (1960) salientou a semelhança entre os grãos de pólen de *P. zeilanica* e os de *Urena rigida* enquanto que para Bonnefille & Riollet (1980), eles são semelhantes aos de *Gossypium hirsutum* L.

Ao analisar quatro táxons de *Pavonia* (*P. sagittata* Juss., *P. speciosa* ssp. *genuina*, *P. speciosa* ssp. *polymorpha* e *P. speciosa* ssp. *stenoclamys*) ocorrentes no cerrado brasileiro, Salgado-Labouriau (1973) considerou os grãos de pólen muito semelhantes entre si e com as seguintes características: muito grandes, pantoporados, poros com margem, localizados numa depressão, sempre entre dois espinhos, espinhos longos medindo cerca de 17,9-27,2 µm, não situados em elevação subespinal, às vezes bifurcados, com ápice arredondado. Segundo a autora, Krapovickas & Cristobal (1965) consideraram *P. speciosa* Kunth como um complexo que foi passado para o gênero *Peltaea* (C. Presl) Standl. e as subespécies elevadas a espécies. Entretanto, a autora, analisando do ponto de vista palinológico, considerou que o complexo *P. speciosa* não se distingue por caracteres morfológicos nem entre os membros do complexo, nem de *P. sagittata*, a não ser pelo tamanho dos grãos de pólen. Quanto à ornamentação Salgado-Labouriau (1973) a descreveu como pilada, ao passo que nas espécies aqui

estudadas a sexina entre os espinhos variou de perfudado-espiculado-granulada a microrreticulado-espiculada.

Os grãos de pólen de *Pavonia communis* A. St.-Hil. foram analisados por Barth (1975) e Christensen (1986). Os resultados obtidos nesses trabalhos divergiram quanto à ornamentação do teto e ao tamanho dos espinhos, sendo perfurado-baculado, com espinhos pequenos para Barth (1975) e perfurado-granulado com espinhos longos para Christensen (1986). Esta última autora foi a primeira a descrever a distribuição espiralada dos poros na superfície dos grãos de pólen de *Pavonia*, além de discutir as tendências evolutivas das espécies de Malvaceae s.s. com base nos caracteres polínicos. No presente estudo a ornamentação do teto dos grãos de pólen das espécies de *Pavonia* diferem, apenas dos de Barth (1975) por serem perfurado-granulado-espiculada ou microrreticulado-espiculada.

Barth (1975) caracterizou outras seis espécies de *Pavonia* ocorrentes em Santa Catarina, *P. engleriana* Gürke, *P. kleinii* Krapov. & Cristóbal, *P. orbiculata* Rilbr., *P. psilophylla* Ekman, *P. reitz* Krapov. & Cristóbal e *P. roxa* Schlecht. Todas as espécies de *Pavonia* estudadas, pela autora pertencem, a um mesmo tipo polínico, diferenciando-se umas das outras pelo tamanho e forma dos espinhos. Barth (1975) distinguiu dois grupos dentro desse tipo polínico, o primeiro caracterizado por possuir grãos de pólen menores, com exina menos espessa e espinhos menores incluindo *P. communis* e *P. kleinii* (espécies dos subgêneros *Typhalea* e *Pavonia*, respectivamente) e o segundo incluindo as demais espécies com grãos de pólen apresentando diâmetros maiores, espinhos longos, em número variável e exina mais espessa, sendo a maioria pertencente ao subgênero *Pavonia*. Considerando os tipos polínicos apresentados por Barth (1975) pode-se enquadrar as espécies aqui estudadas do subgênero *Typhalea* no primeiro grupo, por apresentarem grãos de pólen menores e exina menos espessa, e as dos

subgêneros *Goetheoides* e *Pavonia* no segundo grupo, por possuírem grãos de pólen maiores e exina mais espessa.

Os grãos de pólen de *P. dasypetala* Turz., *P. paniculata* Cav. e *P. rosea* Schechter (Steud), ocorrentes na Ilha Barro Colorado (Panamá), foram descritos sob microscopia óptica, por Roubik & Moreno (1991) como gigantes, com exina espinhosa e ornamentação do teto microbaculada. Os autores separaram as espécies pelo comprimento dos espinhos e espessura da exina. Os resultados obtidos por esses autores divergiram das espécies aqui analisadas quanto à ornamentação da exina, uma vez que aqui apresentaram exina perfurado-granulado-espiculada ou microrreticulado-espiculada.

Ao estudar os grãos de pólen quanto ao número de poros e de espinhos, de algumas espécies representantes de cada subgênero, ocorrentes nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, Esteves (1996) ressaltou que esses caracteres quando melhor estudados poderiam contribuir para a taxonomia no nível específico. A autora mencionou que os valores médios obtidos para o número de poros e espinhos apresentaram diferenças até mesmo entre espécies muito próximas morfologicamente tais como *P. macrostyla* e *P. glazioviana*, e entre *P. communis* e *P. sepium*. No presente estudo *P. macrostyla* corroborou os resultados de Esteves (1996), apresentando uma quantidade menor de poros e espinhos, com faixa de variação entre 2-3 poros e espinhos / $2.916 \mu\text{m}^2$, enquanto *P. glazioviana* apresentou faixa de variação entre 4-6 poros e 3-5 espinhos / $2.916 \mu\text{m}^2$, já *P. sepium* variou de 5-8 poros e 5-6 espinhos / $2.916 \mu\text{m}^2$. Esteves (1996) salientou as semelhanças entre os grãos de pólen de *P. multiflora* e *P. goetheoides* (inicialmente descritas nos gêneros *Triplochamys* e *Blanchetiastrum*, respectivamente), com os das outras espécies de *Pavonia* por ela

estudadas, fortalecendo, dessa forma, o posicionamento das mesmas neste último gênero.

Jiménez-Reyes (2003) estudou 19 espécies, duas subespécies e três variedades pertencentes a oito gêneros de Malvaceae s.s., ocorrentes em Jalisco, México, e dentre elas, seis espécies de *Pavonia* (*P. arachnoidea* C. Presl, *P. baumlana* Fryxell, *P. candida* (DC.) Fryxell, *P. fryxellii* Krapov., *P. oxyphylla* var. *melanommata* (Rob. & Seaton) Fryxell e *P. pleuranthera* (DC.) Fryxell). A autora apresentou descrições que, de uma forma geral, concordam com os dados aqui apresentados: grãos de pólen gigantes a muito grandes, pantoporados, poros operculados de distribuição helicoidal, alternos com os espinhos, espinhos com ápice arredondado ou pontiagudo, e exina tectada, perfurado-espiculado-granulada. Jiménez-Reyes (2003) distinguiu as espécies pelo tamanho dos grãos de pólen, número e diâmetro dos poros, comprimento e distância entre os espinhos. De acordo com o tipo e número de aberturas, a autora separou os oito gêneros por ela estudados, em quatro grupos polínicos, sendo *Pavonia* enquadrado no grupo IV por apresentar grãos de pólen pantoporados. Considerando os tipos polínicos apresentados por Jiménez-Reyes (2003) pode-se enquadrar todas as espécies aqui estudadas no grupo IV.

No presente trabalho não foi possível utilizar os diâmetros dos grãos de pólen na distinção das espécies, uma vez que estes não se separam entre si conforme foi evidenciado no intervalo de confiança a 95% e na análise dos componentes principais, além disso, eles apresentaram variações quantitativas até mesmo entre espécimes de uma mesma espécie.

Os grãos de pólen aqui estudados variaram quanto ao comprimento dos espinhos, de longos, médios até curtos. *P. garckeana*, *P. hexaphylla* e *P. martii* apresentaram espinhos longos conforme evidenciado na chave polínica, distinguindo-se

entre si pela presença ou não de constrição na base do espinho e pela espessura da exina, corroborando os resultados de Esteves (1996) que considerou esses táxons bem distintos do ponto de vista morfológico.

Pavonia almasana, *P. fruticosa*, *P. goetheoides*, *P. guerkeana*, *P. malacophylla*, *P. nemoralis*, *P. stellata* e *P. varians* formam um grupo de espécies que apresentam grãos de pólen com espinhos médios, conforme evidenciado na chave polínica. Dentre essas espécies, *P. goetheoides* (subgênero *Goetheoides*) é a única a apresentar espinhos de ápice agudo e constrição na base. Segundo Esteves (1996, 1998b), *P. goetheoides* destaca-se por apresentar caracteres muito típicos como flores pêndulas de pedicelos muito longos, delgados e flexuosos e estípulas largamente ovais a orbiculares. As demais espécies desse grupo apresentam flores eretas a patentes com pedicelos comparativamente mais curtos e espessos e estípulas, em geral, filiformes, elípticas a estreito-ovais.

Nota-se na chave polínica que as espécies *P. alnifolia*, *P. crassipedicellata*, *P. glazioviana*, *P. macrostyla*, *P. makoyana*, *P. malvaviscoides*, *P. schrankii*, *P. serrana*, e *P. viscosa*, apresentam grãos de pólen com espinhos curtos. Dentre elas, *P. viscosa* e *P. malvaviscoides* destacam-se por possuírem espinhos com ápice agudo, separando-se entre si pela distância entre os mesmos. De acordo com Esteves (1996) esses dois táxons são morfológicamente muito semelhantes e de difícil separação, sendo ambos endêmicos da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais, vivendo simpatricamente na Serra do Cipó. A distância entre os espinhos pode auxiliar na distinção entre essas espécies. As demais espécies apresentam ápice arredondado e formam dois agrupamentos. O primeiro composto por *P. glazioviana* e *P. makoyana*, com constrição na base do espinho e o segundo, formado por *P. alnifolia*, *P. crassipedicellata*, *P. macrostyla*, *P. schrankii* e *P. serrana*, que não apresentam constrição na base do espinho, e que podem

ser diferenciadas entre si pela espessura da exina, distância entre os espinhos e diâmetro dos poros. Esses dois agrupamentos também são distintos por caracteres morfológicos marcantes. O primeiro compreende espécies cujo epicálice é colorido, variando de róseo a vermelho, enquanto que as espécies do segundo possuem epicálice esverdeado (Esteves 1996).

Os tipos de polinização mais comuns em *Pavonia* foram relatados por Gottsberger *et al.* (1973) e Sazima (1981) como sendo a ornitofilia e a melitofilia. Espécies como *P. malvaviscoides*, *P. schrankii* e *P. viscosa*, que apresentam corolas tubulosas, vermelhas e partes livres de estames distribuídas na porção apical do tubo estaminal, são polinizadas por aves de bico longo, como beija-flores (Gottsberger 1967, Gottsberger *et al.*, 1973, Esteves, 1996). A polinização por beija-flores em *P. malvaviscoides* e *P. montana* da Serra do Cipó, Minas Gerais foi estudada por Sazima (1981), que associou vários caracteres destas espécies, tais como flores solitárias, pendentes de corola tubulosa e pétala variando de vermelha a vermelho-alaranjada e hábito arbustivo/arbóreo como sendo típicos da ornitofilia.

A melitofilia em *Pavonia* foi referida para espécies com corola rotácea e tubo estaminal pequeno com as partes livres dos estames distribuídas ao longo de todo o tubo como em *P. martii*, *P. laxifolia* e *P. varians* (Gottsberger 1967, Esteves 1996). Segundo Gottsberger (1967) a melitofilia pode ser considerada uma condição ancestral, enquanto que a ornitofilia é um tipo de polinização mais recente em Malvaceae s.s.

Os resultados aqui obtidos indicam que as espécies ornitófilas tendem a possuir grãos de pólen com espinhos curtos e em quantidades menores, enquanto que as melitófilas possuem grãos de pólen com espinhos médios a longos e em quantidade maior.

Dentre as espécies aqui estudadas, *P. malvaviscoides*, *P. schrankii* e *P. viscosa* são consideradas ornitófilas. *P. malvaviscoides* apresenta espinhos com cerca de 18,83 μm de comprimento, em número de 3-4 / 2.916 μm^2 e distância entre eles de cerca 27,79 μm ; *P. schrankii*, espinhos com cerca de 15,85 μm de comprimento, 3-5 / 2.916 μm^2 e distância entre eles de 22,38 μm ; e *P. viscosa*, espinhos com cerca de 16,45 μm de comprimento, em número de 3-5 / 2.916 μm^2 e distância entre eles de cerca 31,68 μm .

Já *P. laxifolia*, *P. martii* e *P. varians* são consideradas melitófilas. *P. laxifolia* apresenta espinhos médios com cerca de 21,25 μm de comprimento, em número de 4-7 / 2.916 μm^2 e distância entre eles de cerca 23,65 μm ; *P. martii*, espinhos longos com cerca de 29,93 μm de comprimento, em número de 4-7 / 2.916 μm^2 e distância entre eles de cerca de 23,38 μm ; e *P. varians*, espinhos médios com cerca de 24,5 μm de comprimento, em número de 3-5 / 2.916 μm^2 e distância entre eles de cerca de 30,10 μm .

Com base nos resultados aqui apresentados, pode-se concluir que *Pavonia* é um gênero estenopolínico, com grãos de pólen muito homogêneos embora tenham sido detectados dois agrupamentos quanto à abertura. Os tipos de espinhos e a ornamentação do teto são caracteres significativos para a distinção das espécies.

Não é possível separar as espécies pertencentes aos subgêneros *Goethoides* das de *Pavonia* através dos caracteres polínicos, tanto qualitativamente quanto quantitativamente, entretanto é possível distinguir as espécies entre si, independentemente dos subgêneros, através da morfologia dos espinhos, ornamentação do teto, espessura da exina e diâmetro dos poros.

Os dados quantitativos, especialmente os resultados da PCA, mostraram que somente o subgênero *Typhalea* destaca-se dos demais, principalmente por apresentar os menores valores dos diâmetros 1 e 2 dos grãos de pólen.

5. Literatura citada

- Alverson, W.A., Whitlock, B.A., Nyeffeler, R., Bayer, C. & Baum, D.A. 1999.**
Phylogeny of Malvales: evidence from *ndhF* sequence data. *American Journal of Botany* 86: 1474-1486.
- Barroso, G.M., Guimarães, E.F., Ichaso, C.L.F., Costa, C.G. & Peixoto, A.L. 1978.**
Sistemática das Angiospermas do Brasil. v. 1. Livros Técnicos Científicos, Editora da Universidade de São Paulo, Rio de Janeiro, São Paulo.
- Barth, O.M. 1975.** Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional. XVIII – Malvaceae. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 73: 1-18.
- Barth, O.M., Luz, C.F.P. & Gomes-Klein, V.L. 2005.** Pollen morphology of Brazilian species of *Cayaponia* Silva Manso (Cucurbitaceae, Cucurbitaceae). *Grana* 44: 129-136.
- Barth, O.M. & Melhem, T.S. 1988.** Glossário ilustrado de palinologia. Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Bayer, C., Fay, M.F., De Bruijn, A.Y., Savolaine, V., Morton, C.M., Kubitzki, K., Alverson, W.S. & Chase, M.W. 1999.** Support for an explained family concept of Malvaceae within a recircumscribed order Malvales: a combined analysis of plastid *atpB* and *rbcL* DNA sequences. *Botanical Journal of the Linnean Society* 129: 267-303.
- Bonnefille, R. & Riollet, G. 1980.** Pollens des savanes d'Afrique Orientale. Éditions du Centre National de la recherche Scientifique, Paris.
- Bovini, M.G., Carvalho-Okano, R.M. & Vieira, M.F. 2001.** Malvaceae A. Juss. no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguesia* 52: 17-47.

- Cavanilles, A.J.** 1787. Tertia Dissertatio Botanica, de *Ruizia*, *Assonia*, *Dombeya*, *Pentapete*, *Malvavisco*, *Pavonia*, *Hibisco*, *Laguna*, *Cienfugosia*, *Quararibea*, *Pachira*, *Hugonia*, et *Monsonia*. Franciscum Amb. Didot., Paris.
- Chiea, S.C. & Macedo, I.C.** 1986. Malvaceae. Flora Fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). 47-Malvaceae. Hoehnea 13: 101-106.
- Christensen, P.B.** 1986. Pollen morphological studies in the Malvaceae. Grana 25: 95-117.
- Costa, L.C.B., Rocha, E. A., Silva, L. A. M., Jardim, J. G., Costa Silva, D., Gaião, L.O. & Moreira, R. C.T.** 2006. Levantamento preliminar das espécies vegetais com potencial econômico no Parque Municipal da Boa Esperança, Ilhéus, Bahia, Brasil. Acta Farmacológica Bonaerense 25: 91-184.
- Cronquist, A.** 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York.
- Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S. & Makino-Watanabe, H.** 2006. Estudo polínico de Aquifoliaceae, Euphorbiaceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Phytolaccaceae e Portulacaceae ocorrentes na restinga da Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). Revista Brasileira de Botânica 29: 145-162.
- Cuadrado G.A.** 2006. Malvaceae. Tribus Gossypieae, Hibiscieae, Malveae y Malvavisceae: 22 géneros 98 especies. In: S.M., Pire, L.M., Anzótegui & G.A. Cuadrado (eds.). Flora polínica del Nordeste Argentina. v.3. EUDENE-UNNE, Corrientes, pp. 99-122.
- Culhane, K.J. & Blackmore, S.** 1988. The northwest European pollen flora. Malvaceae. Review of Palaeobotany and Palynology 57: 45-74.

- De Candolle, A.P.** 1824. *Prodomus systematis naturalis regni vegetabilis*. v. 1. Sunptibus Sociorum Treuttel et Würtz, Paris. 429-474.
- El Ghazali, G.E.B.** 1993. A study on the pollen flora of Sudan. *Malvaceae*. Review of Palaeobotany and Palynology 76: 223-234.
- El Naggari, S.M.** 2004. Pollen morphology of Egyptian Malvaceae: an assessment of taxonomic value. *Turkish Journal of Botany* 28: 227-240.
- Endlicher, S.** 1840. *Genera Plantarum*. v. 2. Fr. Beck Universitates Bibliopolam, Viena.
- Erdtman, G.** 1952. Pollen morphology and plant taxonomy-Angiosperms. Almquist & Wiksell, Stockholm.
- Erdtman, G.** 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Esteves, G.L.** 1986. A ordem malvales na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Esteves, G.L.** 1996. Sistemática de *Pavonia*, com base nas espécies das regiões nordeste e sudeste do Brasil. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Esteves, G.L.** 1998a. Delimitação, classificação infragenérica e novos táxons de *Pavonia* Cav. (Malvaceae). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 17: 39-46.
- Esteves, G.L.** 1998b. O gênero *Pavonia* Cav. (Malvaceae) na região nordeste do Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 11: 161-235.
- Esteves, G.L.** 2001. O gênero *Pavonia* Cav. (Malvaceae) na região sudeste do Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 15: 125-194.

- Fryxell, P.A.** 1986. Malvaceae. In: R.M. Harley, & N.A. Simmons (eds.) *Florula of Mucugê. Chapada Diamantina, Bahia, Brazil*. Royal Botanical Gardens, Kew, pp. 132-133.
- Fryxell, P.A.** 1988. Malvaceae of Mexico. *Systematic Botany Monographs* 25: 1-522.
- Fryxell, P.A.** 1995. Malvaceae. In: B. Stannard (ed.) *Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina - Bahia, Brazil*. Royal Botanical Gardens, Kew, pp. 430-432.
- Fryxell, P.A.** 1999. *Pavonia Cavanilles (Malvaceae)*. *Flora Neotropica*. Monograph 76. New York Botanical Garden Press, New York.
- Gottsberger, G.** 1967. Blütenbiologische Beobachtungen an brasilianischen Malvaceen. *Oesterreichische Botanische Zeitschrift. Gemeinnütziges Organ für Botanik* 114: 349-378.
- Gottsberger, G., Schranwen, J. & Linskens, H.F.** 1973. Die zuckerbestandteile des nektars einiger tropischer blüten. *Portugaliae Acta Biológica, série B, Sistemática, Ecologia, Biogeografia e Paleontologia* 13: 1-8.
- Gürke, M.** 1892. Malvaceae II. In: C.F.P. Martius, A.G. Eichler & I. Urban (eds.) *Flora Brasiliensis*. Frid Fleischer, Lipsiae, v. 12: 458-598.
- Hanks, S. & Fryxell, P.A.** 1979. Palynological studies of *Gaya* e *Herissantia* (Malvaceae). *American Journal of Botany* 66: 494-501.
- Holmgren, P.K., Holmgren, N.H.** 1998. Online edition of Index Herbariorum <http://sciweb.nybg.org/science2/indexherbariorum.asp> (acesso em 29.12.2008)
- Huang, T.C.** 1972. Pollen flora of Taiwan. National Taiwan University, Botany Department Press, Taiwan.
- Jiménez-Reyes, M.N.** 2003. Morfología de los granos de pollen de la familia Malvaceae de Jalisco, México. IV. *Malachra, Malva, Malvastrum, Malvaviscus, Malvella, Modiola, Neobrettonia* y *Pavonia*. *Boletín Ibugana* 11: 17-42.

- Judd, W.S. & Manchester, S.R.** 1997. Circumscription of Malvaceae (Malvales) as determined by a preliminary cladistic analysis of morphological, anatomical, palynological, and chemical characters. *Brittonia* 49: 384-405.
- Krapovickas, A.** 1981. Novedades en *Pavonia* Cav. sect. *Goetheoides* Gürke (Malvaceae). In: A.G. Fernandes, P. Bezerra & M.E. van den Berg. (eds.). Anais XXXII Congresso Nacional de Botânica, Teresina, pp. 67-84
- Krapovickas, A.** 1982b. Novedades en *Pavonia* Cav. sect. *Typhalea* (Malvaceae). Boletim da Sociedade Argentina de Botânica 20: 281-301.
- Krapovickas, A. & Cristobal, C.L.** 1965. Revision del genero *Peltaea* (Malvaceae). Kurtziana 2: 135-215.
- Lyra, O.C.** 1969. Malvaceae de Pernambuco, II. Gênero *Pavonia*. In: J.A. Rizzo (ed.). Anais XX Congresso Nacional de Botânica, Goiânia, pp. 227-230.
- McCune, B. & Melfford, M.J.** 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. MjM Software Design, Oregon.
- Makino-Watanabe, H., Melhem, T.S. & Barth, O.M.** 1993a. Morfologia dos grãos de pólen de espécies de *Banisteriopsis* C.B. Robinson ex Small (Malpighiaceae). Revista Brasileira de Botânica 16: 47-67.
- Makino-Watanabe, H., Melhem, T.S. & Barth, O.M.** 1993b. Morfologia dos grãos de pólen de espécies brasileiras de *Janusia* Adr. Juss. e *Schwannia* Endl. (Malpighiaceae). Hoehnea 20: 79-86.
- Makino-Watanabe, H., Melhem, T.S. & Barth, O.M.** 1998. Morfologia polínica de *Camarea* St.-Hil. (Malpighiaceae). Revista Brasileira de Botânica: 1-6.
- Martínez, F.S.** 1982. Morfologia polínica de algumas Malvaceae mexicanas. Instituto Nacional de Antropologia e História. Coleccion Científica 127: 1-88.

- 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. & Gonçalves-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.
- Minitab for Windows [MINITAB-INC,USA].** 2003. Versão 10.3 Copyright [C].
- Nyffeler, R., Bayer, C., Alverson, W.S., Yen, A., Whitlock, B.A., Chase, M.W. & Baum, D.A.** 2005. Phylogenetic analysis of the Malvadendrina clade (Malvaceae s.l.) based on plastid DNA sequences. Organisms, Diversity & Evolution 5: 109-123.
- Oliveira, P.P. & Santos, F.A.R.** 2002. Flora polínica dos inselbergs da região de Milagres (Bahia, Brasil): Malvaceae. Acta Biológica Leopoldensia 24: 25-35.
- Pio-Corrêa, M.** 1926. Dicionário das Plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. v. 1. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro.
- Pio-Corrêa, M.** 1931. Dicionário das Plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. v. 2. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro.
- Pio-Corrêa, M.** 1952. Dicionário das Plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. v. 3. Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, Rio de Janeiro.
- Pio-Corrêa, M.** 1969. Dicionário das Plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. v. 4. Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Rio de Janeiro.
- Pio-Corrêa, M.** 1974. Dicionário das Plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. v. 5. Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Rio de Janeiro.

- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A.** 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143: 1-81.
- Reistma, T.** 1969. Size modification of recent pollen grains under different treatments. *Review of Paleobotany and Palynology* 9: 175-202.
- Roubik, D.W. & Moreno P., J.E.** 1991. Pollens and spores of Barro Colorado island. Monograph in Systematic Botany. Missouri Botanical Garden 36: 1-268.
- Saad, S.I.** 1960. The sporoderm stratification in the Malvaceae. *Pollen et Spores* 2: 13-41.
- Saba, M.D.** 2007. Morfologia polínica de Malvaceae s.l.: Implicações taxonômicas e filogenéticas. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- Saint Hilaire, A.F.C.P.** 1827. Malvaceae. *Flora Brasiliae Meridionalis*. v. 1 A. Belin, Paris.
- Salgado-Labouriau, M.L.** 1973. Contribuição à palinologia dos cerrados. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro.
- Sazima, M.** 1981. Polinização de duas espécies de Pavonia (Malvaceae) por beija-flores, na Serra do Cipó, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Biologia* 4: 733-737.
- Schumann, C.** 1886. Tiliaceae, Sterculiaceae, Bombacaceae, Malvaceae I. In: C.F.P. Martius, A.G. Eichler & I. Urban (eds.). *Flora Brasiliensis*. Frid Fleischer, Lipsiae, v. 12: 1-456.
- Shepherd, G.J.** 1996. Fitopac 1: manual do usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas.
- Takhtajan, A.L.** 1980. Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). *Botanical Review* 46: 225-359.

Ulbrich, E. 1920-21. Monographie der afrikanischen *Pavonia*- Arten nebst Übersicht über die ganze Gattung. Botanischen Jahrbüchern für Systematik 57: 62.

Vieira, S. 1981. Introdução à Bioestatística. Campus, Rio de Janeiro.