

## Palinotaxonomia de espécies brasileiras de *Pavonia* Cav. (Malvoideae-Malvaceae), com ênfase nas regiões Nordeste e Sudeste<sup>1</sup>

Angela Maria da Silva Corrêa<sup>2,3</sup>, Maria Amélia Vitorino da Cruz-Barros<sup>2</sup> e Gerleni Lopes Esteves<sup>2</sup>

Recebido: 25.09.2012; aceito: 13.12.2012

**ABSTRACT** - (Palinotaxonomy of Brazilian species of *Pavonia* Cav. (Malvoideae-Malvaceae), with emphasis on the Northeast and Southeast regions). This work aims to study the pollen grains of 26 Brazilian species of *Pavonia* Cav. occurring mainly in the Brazilian Northeast and Southeast regions, belonging to three subgenera, *Goetheoides*, *Pavonia*, and *Typhalea*. Pollen grains were acetolyzed, measured, and photographed under light microscope (MO), and scanning electron microscope (SEM). Measures were statistically analyzed according to the sample. The pollen grains were classified into two main groups based on their apertures: a) pantoporate pollen grains, with pores associated to colpoids, spinous, tectate-microrreticulate-spiculate or tectate-perforate-spiculate-granulate exine and b) pantoporate pollen grains, with pores not associated to colpoids, spinous, tectate-microrreticulate-spiculate or tectate-perforate-spiculate-granulate exine. The results obtained in the present study showed that *Pavonia* is a stenopalynous genus, which makes it impossible to delimitate between the subgenera *Goetheoides* and *Pavonia* using pollen grains characters. However, the subgenus *Typhalea* has smaller pollen grains. Spine types, tectum ornamentation, exine thickness, and pore diameters were quite important for the taxonomy of this genus, allowing to distinguish the species, which has led to a pollen key.

**Key words:** *Goetheoides*, Malvaceae, *Pavonia*, pollen, *Typhalea*

**RESUMO** - (Palinotaxonomia de espécies brasileiras de *Pavonia* Cav. (Malvoideae-Malvaceae), com ênfase nas regiões Nordeste e Sudeste). No presente trabalho, foram estudados os grãos de pólen de 26 espécies de *Pavonia* Cav. ocorrentes principalmente nas regiões nordeste e sudeste do Brasil, distribuídas em três subgêneros, *Goetheoides*, *Pavonia* e *Typhalea*. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos e fotografados sob microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. As medidas receberam tratamento estatístico, de acordo com a amostra. Com base nos tipos de aberturas as espécies formaram dois grupos morfológicos: a) grãos de pólen pantoporados com poros associados a colpóides, exina espinhosa, tectada-microrreticulada-espiculada ou tectada-perfurada-granulada-espiculada e b) grãos de pólen pantoporados com poros não associados a colpóides, exina espinhosa, tectada-microrreticulada-espiculada ou tectada-perfurada-granulada-espiculada. Os resultados obtidos mostraram que o gênero *Pavonia* é estenopolínico não sendo possível a separação dos subgêneros *Goetheoides* e *Pavonia* através de caracteres polínicos, no entanto, o subgênero *Typhalea* se separou dos demais por apresentar os menores grãos de pólen. Caracteres como tipo de espinho, ornamentação do teto, espessura da exina e diâmetro dos poros foram importantes para taxonomia do gênero, permitindo separar as espécies e a confecção de uma chave polínica. **Palavras-chave:** *Goetheoides*, Malvaceae, *Pavonia*, pólen, *Typhalea*

### Introdução

*Pavonia* (Malvoideae-Malvaceae) está representado no Brasil por aproximadamente 133 espécies, 84 endêmicas, distribuídas especialmente nas regiões Nordeste e Sudeste, ocorrendo na Mata

Atlântica, Cerrado, Caatinga e Campos Rupestres, com grande concentração de espécies na cadeia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e na Bahia (Esteves 1996, 2001, 2012, Fryxell 1999).

Esteves (1996) reconheceu nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil 78 espécies pertencentes a três subgêneros: *Pavonia* Cav. (46 espécies), *Goetheoides*

1. Parte da Dissertação de Mestrado da primeira Autora. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica, São Paulo
2. Instituto de Botânica, Caixa Postal 68041, 04045-972 São Paulo, SP, Brasil
3. Autora para correspondência: angelamsc2000@yahoo.com.br

(Gürke) Ulbre (23 espécies) e *Typhalea* (DC.) Ulbr. (9 espécies), diferenciados com base na presença ou não de aristas nos mericarpos, tipos de hábito, forma e tipo de nervação da lâmina foliar. Segundo Esteves (1996), 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 semelhança morfológica entre os mesmos.

Quanto aos estudos palinológicos, há na literatura consultada vários autores que trataram de espécies de *Pavonia*, entre eles destacam-se os de Saad (1960), Salgado-Labouriau (1973), Barth (1975), Bonnefille & Riollet (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, polipantaperturados, raramente polipantocolpoidorados, poros operculados, às vezes anulados, exina espinhosa, espinhos de formas e tamanhos variados.

No presente trabalho estudou-se a morfologia polínica de 26 espécies de *Pavonia* ocorrentes nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, pertencentes aos subgêneros *Goetheoides*, *Pavonia* e *Thyphalea*, visando fornecer subsídios para a taxonomia do gênero, principalmente em relação à delimitação infra-genérica proposta por Esteves (1998a).

### Material e métodos

O material polínico foi retirado de exsicatas depositadas nos seguintes Herbários cujos acrônimos seguem o *Index Herbariorum* (Holmgren & Holmgren 1998): SP, HUEFS, RB, SPF e UB. Para cada espécie, sempre que possível foram examinados até seis espécimes, sendo um deles considerado como espécime padrão (assinalado 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.

Material examinado: *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: Ipuiúna, 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 Timbuí, 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 CFRCR 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 Iguçu, 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)\*.

O material polínico, para análise em microscopia óptica, foi preparado segundo método de acetólise de Erdtman (1960), acrescidas das modificações citadas



no trabalho de Melhem *et al.* (2003). Os grãos de pólen foram medidos no prazo máximo de uma semana para evitar o intumescimento dos mesmos (Melhem & Matos 1972, Salgado-Labouriau *et al.* 1965). 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, comprimento, largura da base e do ápice e distância dos espinhos, bem como dos diâmetros dos materiais de comparação, foram feitas 10 medidas. Foi realizado tratamento estatístico e 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 a 95% (Vieira 1981), cujos dados foram representados em gráficos utilizando-se o programa estatístico MINITAB 10.3 para Windows (2003). A contagem dos poros e espinhos foi feita 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. 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  $2,01$ - $2,99 \mu\text{m}$  para espinhos médios e  $\geq 3,00 \mu\text{m}$  para espinhos longos.

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), e o programa PC-ORD versão 7 (McCune & Mefford 1999) para a ordenação a partir de matriz de covariância.

Para a análise dos grãos de pólen em microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi utilizada a metodologia descrita em Melhem *et al.* (2003), para grãos de pólen acetolisados. As fotomicrografias digitais foram feitas 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 terminologia utilizada é baseada no glossário de Punt *et al.* (2007).

## Resultados

Os grãos de pólen das 26 espécies de *Pavonia* aqui estudadas pertencem a três subgêneros, de modo que os resultados de cada subgênero serão tratados separadamente.

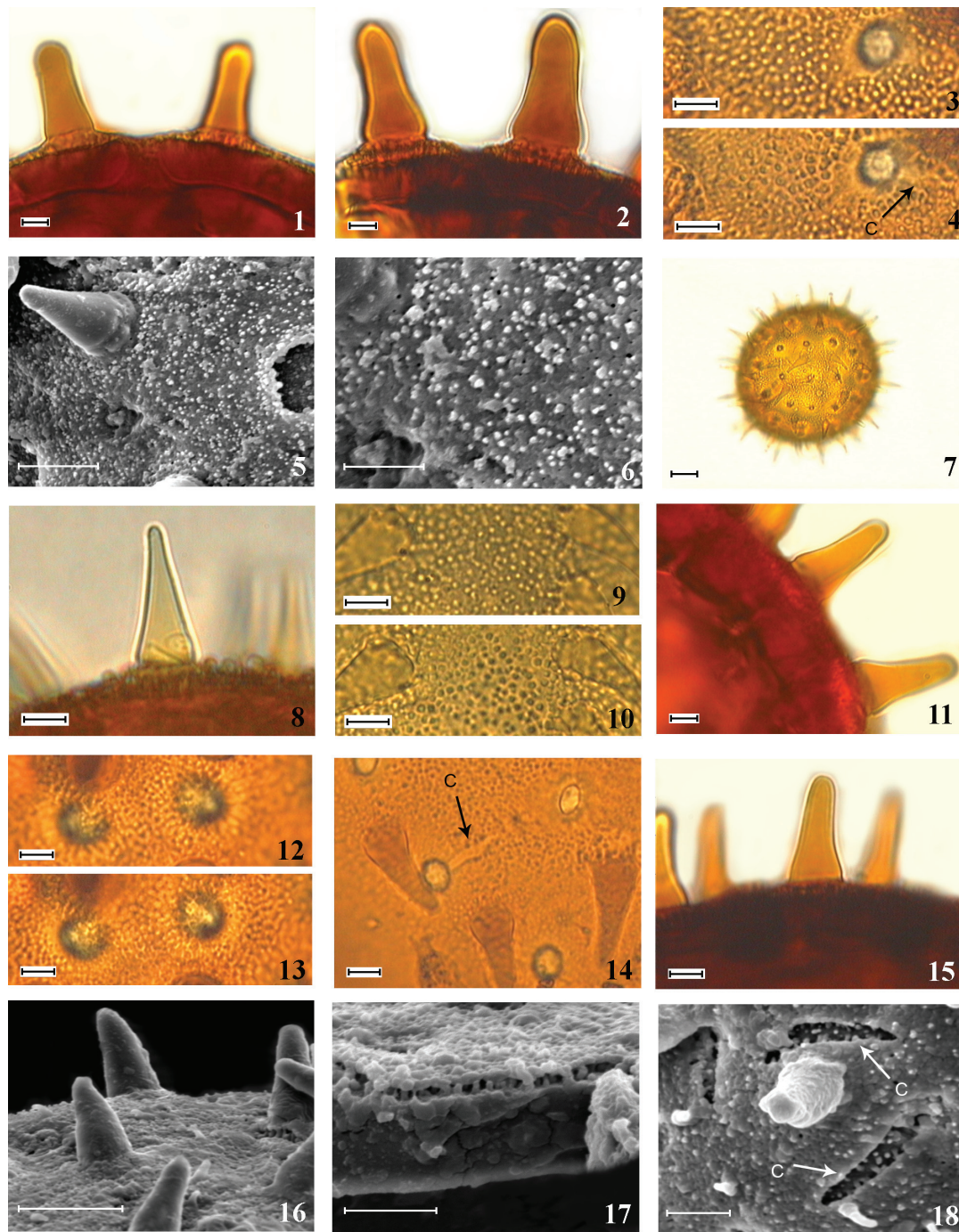
### Subgênero *Goetheoides* (Gürke) Ulbr.

Espécies estudadas: *Pavonia alnifolia*, *P. calyculosa*, *P. crassipedicellata*, *P. goetheoides*, *P. makoyana* e *P. multiflora* (figuras 1-18; tabelas 1-3).

Grãos de pólen variando de muito grandes, muito grandes-gigantes (*P. makoyana*) a gigantes (*P. crassipedicellata*); apolares, esferoidais, pantoporados, exina espinhosa. Poros circulares, distribuídos em espiral fechada (figura 7), 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, estando localizados em *P. calyculosa* (figura 4) no meio dos colpóides e em *P. multiflora* (figuras 14, 18), nas extremidades destes. Sob MEV, observa-se que os poros são recobertos por um óperculo granulado-espículado, enquanto que os colpóides são recobertos por uma membrana granulada (figura 18). 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*. Exina espinhosa, sexina tectada, entre os espinhos o teto é perfurado, espículado-granulado, entretanto em *P. goetheoides* o teto é perfurado-granulado, com grânulos de tamanhos variados em (figuras 8-10). Sob MEV, observa-se, entre os espinhos de *P. crassipedicellata* (figura 6), espículos e grânulos com forma e tamanhos variáveis e entre estas perfurações, enquanto que em *P. multiflora* (figura 18) o teto apresenta perfurações, espículos e grânulos menores e bem mais esparsos, nota-se, ainda, a presença de espinhos intermediários. Nexina bem mais espessa que a sexina (figuras 1, 2, 5, 17, tabela 2).

O comprimento, a largura e a distância dos espinhos variaram entre as espécies, sendo curtos em *P. alnifolia*, *P. calyculosa*, *P. crassipedicellata*, *P. makoyana* e *P. multiflora* (tabela 2) e médios em *P. goetheoides* (tabela 2). Quanto ao número de espinhos, nota-se na tabela 2, que não apresentaram





Figuras 1-18. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies de *Pavonia*, subgênero *Goetheoides*. 1. *P. alnifolia*. Corte óptico. 2-4. *P. calyculosa*. 2. Corte óptico. 3-4. Análise de L.O. 5-6. *P. crassipedicellata*. 5. Detalhe do espinho (MEV). 6. Detalhe da ornamentação (MEV). 7-10. *P. goetheoides*. 7. Vista geral. 8. Corte óptico. 9-10. Análise de L.O. 11-13. *P. makoyana*. 11. Detalhe do espinho. 12-13. Análise de L.O. 14-18. *P. multiflora*. 14. Detalhe mostrando o colpóide. 15. Detalhe do espinho. 16. Detalhe dos espinhos (MEV). 17. Detalhe da estrutura da parede (MEV). 18. Detalhe da ornamentação e do colpóide (MEV). c: colpóide. Escalas = 5  $\mu$ m (1-6, 8-15, 17-18); 20  $\mu$ m (7); 10  $\mu$ m (16).

Figures 1-18. Light and scanning electron micrographs (SEM) of pollen grains of *Pavonia*, subgenus *Goetheoides*. 1. *P. alnifolia*. Optical section. 2-4. *P. calyculosa*. 2. Optical section. 3-4. L.O. analysis. 5-6. *P. crassipedicellata*. 5. Optical section. 6. Detail of ornamentation (SEM). 7-10. *P. goetheoides*. 7. General view. 8. Optical section. 9-10. L.O. analysis. 11-13. *P. makoyana*. 11. Detail of spines. 12-13. L.O. analysis. 14-18. *P. multiflora*. 14. Detail of colpoid. 15. Detail of spine. 16. Detail of spines (SEM). 17. Detail of wall structure (SEM). 18. Detail of ornamentation and colpoid (SEM). c: colpoid. Bars = 5  $\mu$ m (1-6, 8-15, 17-18); 20  $\mu$ m (7); 10  $\mu$ m (16).

Tabela 1. Medidas dos diâmetros 1 e 2 dos grãos de pólen das espécies de *Pavonia* subgêneros *Goetheoides* (Gürke) Ulbr., *Pavonia* Cav. e *Typhalea* (DC.) Ulbr. (n = 25). (FV: faixa de variação; x: média aritmética; s<sub>x</sub>: desvio padrão da média; s: desvio padrão da amostra, V: coeficiente de variabilidade, I.C.: intervalo de confiança à 95%).  
 Table 1. Measures of diameter 1 and diameter 2 of *Pavonia* species of subgenera *Goetheoides* (Gürke) Ulbr., *Pavonia* Cav. and *Typhalea* (DC.) Ulbr. (n = 25). (FV: range; x: arithmetic mean; s<sub>x</sub>: medium standard deviation; s: sample standard deviation; V: coefficient of variability; I.C.: confidence interval).

Espécies	Diâmetro 1					Diâmetro 2				
	FV (µm)	x ± s <sub>x</sub> (µm)	s (µm)	V (%)	I.C. (µm)	FV (µm)	x ± s <sub>x</sub> (µm)	s (µm)	V (%)	I.C. (µm)
<b>Subg. <i>Goetheoides</i></b>										
<i>P. alnifolia</i>	140,75-158,75	149,92±0,77	3,87	2,58	148,33-151,51	143,00-160,00	150,27±0,95	4,75	3,16	148,31-152,23
<i>P. calyculosa</i>	125,00-150,00	138,16±1,41	7,06	5,11	135,25-141,07	128,50-150,00	139,30±1,13	5,66	4,06	136,97-141,63
<i>P. crassipedicellata</i>	200,00-216,75	206,03±0,86	4,31	2,09	204,25-207,81	199,50-215,50	206,76±1,09	5,43	2,63	204,52-209,00
<i>P. goetheoides</i>	117,50-146,00	131,60±1,45	7,24	5,50	128,62-134,58	120,25-141,00	129,85±1,25	6,27	4,83	127,27-132,43
<i>P. makoyana</i>	130,50-150,00	141,64±1,18	5,92	4,18	139,20-144,08	132,25-150,00	142,47±0,95	4,76	3,34	140,51-144,43
<i>P. multiflora</i>	159,50-180,25	170,73±1,12	5,59	3,27	168,43-173,03	161,50-177,00	170,55±0,90	4,51	2,65	168,69-172,41
<b>Subg. <i>Pavonia</i></b>										
<i>P. almasana</i>	220,31-257,50	239,23±1,62	8,08	3,38	235,90-242,55	218,75-262,50	240,29±1,93	9,67	4,02	236,30-244,27
<i>P. garckeana</i>	145,00-166,25	157,24±0,99	4,94	3,14	155,20-159,28	150,00-175,00	157,47±1,15	5,73	3,64	155,11-159,83
<i>P. glazioviana</i>	132,50-148,75	139,89±0,92	4,59	3,28	138,0-141,78	132,25-147,75	140,29±0,90	4,49	3,20	138,44-142,14
<i>P. guerkeana</i>	125,00-146,50	135,04±1,11	5,55	4,11	132,75-137,33	125,00-153,50	135,51±1,34	6,68	4,93	132,76-138,26
<i>P. hexaphylla</i>	175,00-198,50	186,29±1,20	5,98	3,21	183,83-188,75	174,25-196,25	185,51±1,09	5,45	2,94	183,26-187,76
<i>P. laxifolia</i>	124,50-136,50	131,70±0,62	3,11	2,36	130,42-132,98	122,50-136,50	131,57±0,57	2,86	2,17	130,39-132,75
<i>P. macrostyla</i>	215,63-271,88	240,88±2,66	13,32	5,53	235,39-246,36	212,50-265,00	241,35±2,21	11,05	4,58	236,80-245,90
<i>P. malacophylla</i>	143,50-158,75	147,81±0,76	3,81	2,58	146,24-149,38	137,25-156,25	147,95±0,77	3,83	2,59	146,37-149,53
<i>P. malvaviscoides</i>	125,00-160,25	145,78±1,67	8,34	5,72	142,34-149,22	125,00-158,75	145,80±1,65	8,27	5,67	142,39-149,21
<i>P. martii</i>	132,75-159,50	145,63±1,25	6,26	4,30	143,05-148,21	136,75-157,75	145,34±1,03	5,16	3,55	143,21-147,47
<i>P. schrankii</i>	135,00-150,00	144,80±0,84	4,20	2,90	143,07-146,53	136,25-148,50	143,62±0,77	2,83	2,67	142,04-145,20
<i>P. serrana</i>	172,25-194,00	185,53±0,96	4,80	2,59	183,55-187,51	175,00-193,75	187,09±0,81	4,05	2,16	185,42-188,76
<i>P. spinistipula</i>	148,75-165,50	156,78±0,84	4,18	2,66	155,06-158,50	150,00-166,00	158,18±0,97	4,85	3,07	156,18-166,00
<i>P. varians</i>	154,00-178,50	168,50±1,32	6,58	3,91	165,79-171,21	158,00-184,50	169,46±1,45	7,26	3,91	166,47-172,45
<i>P. viscosa</i>	148,75-166,25	154,01±0,94	4,68	3,04	152,08-155,94	147,25-172,00	156,78±1,06	5,32	3,39	154,59-158,95
<b>Subg. <i>Typhalea</i></b>										
<i>P. castaneifolia</i>	90,50-116,25	108,67±1,25	6,23	5,74	106,10-111,24	88,75-116,75	108,62±1,19	5,97	5,50	106,16-111,08
<i>P. fruticosa</i>	107,25-125,00	117,08±0,86	4,31	3,69	115,30-118,86	108,75-125,00	115,21±0,87	4,37	3,79	113,41-117,01
<i>P. nemoralis</i>	118,25-141,25	125,49±1,06	5,31	4,23	123,30-127,68	103,00-134,75	125,07±1,32	6,58	5,27	122,36-127,78
<i>P. sepium</i>	101,25-122,50	113,74±1,07	5,37	4,72	111,53-115,95	101,25-125,00	114,11±1,09	5,47	4,80	111,85-116,37
<i>P. stellata</i>	104,00-125,00	116,70±0,97	4,83	4,14	114,71-118,59	107,25-123,75	116,57±1,04	5,22	4,48	114,42-118,72



variação significativa entre as espécies ficando os valores na faixa entre 3-7/2.916  $\mu\text{m}^2$ . Em relação à distância entre os espinhos (tabela 2), os menores valores são encontrados nos grãos de pólen de *P. makoyana* e os maiores nos de *P. goetheoides*. Em *P. multiflora* (figura 16, 18) 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).

Tomando-se por base o ápice dos espinhos e a presença ou não de constrição, as espécies foram divididas em dois tipos e dois subtipos: a) ápice pontiagudo, base constricta (*P. goetheoides*, figura 8); b) ápice arredondado, b.1) base sem constrição (*P. alnifolia*, *P. crassipedicellata*, *P. multiflora*, figuras 1, 5, 15); b.2) base com constrição (*P. calyculosa*, *P. makoyana*, figuras 2, 11).

Confrontando-se os valores dos diâmetros 1 e 2 dos grãos de pólen dos materiais de comparação (tabela 3) com os dos materiais padrão (tabela 1), observa-se que somente os espécimes *R. Mello-Silva et al. 1182*, *G.L. Esteves et al. 2399*, *J. Kallunki et al. 588*, encontram-se dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação, estando os demais espécimes fora do intervalo de confiança e da faixa de variação.

#### Subgênero *Pavonia* Cav.

Espécies estudadas: *Pavonia almasana*, *P. garckeana*, *P. glazioviana*, *P. guerkeana*, *P. hexaphylla*, *P. laxifolia*, *P. macrostyla*, *P. malacophylla*, *P. malvaviscoides*, *P. martii*, *P. schrankii*, *P. serrana*, *P. spinistipula*, *P. varians* e *P. viscosa* (figuras 19-50; tabelas 1-3).

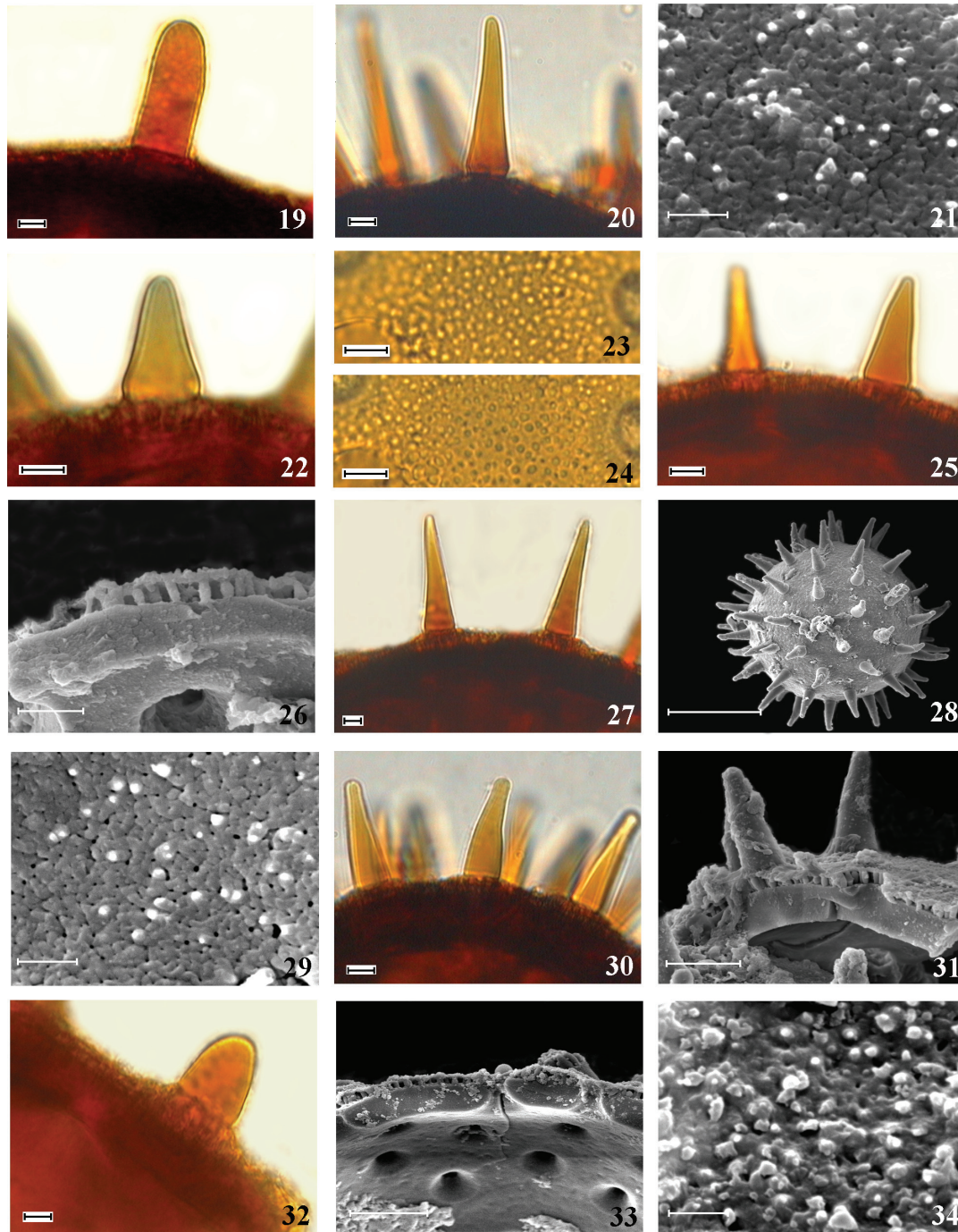
Grãos de pólen variando de muito grandes-gigantes (*P. almasana*, *P. viscosa*) a gigantes (*P. macrostyla*); apolares, esferoidais; pantoporados; exina espinhosa. Poros circulares, distribuídos em espiral fechada pela superfície do grão de pólen, operculados, opérculos persistentes na maioria das vezes. Em *P. spinistipula*, os poros estão associados a colpóides e localizados nas extremidades destes (figura 46); os colpóides podem ser nítidos ou vestigiais, curtos ou compridos com ca. 15,24  $\mu\text{m}$  de comprimento e ca. 6,70  $\mu\text{m}$  de largura. Sob MEV, observa-se que os poros estão recobertos por um óperculo granuloso-espículado (figura 50). Exina espinhosa, sexina tectada; entre os espinhos o teto é microrreticulado-espículado (*P. laxifolia*, *P. spinistipula*, figuras 29, 44-45) ou perfurado-espículado-granuloso (demais espécies);

os espículos e grânulos suprategmiais são de diferentes tamanhos, sendo maiores e mais esparsos em *P. almasana*. Em *P. macrostyla* (figuras 32-34), o teto é densamente granuloso. Sob MEV, observa-se em *P. garckeana* (figura 21), exina com perfurações e espículos de diferentes tamanhos, esparsamente distribuídos; em *P. laxifolia* (figura 29), espículos esparsos entre os lumens dos microrretículos; em *P. macrostyla* (figura 34), grânulos grandes entremeados por grânulos menores, com perfurações esparsas; em *P. schrankii* (figura 41) teto levemente ondulado, esparsamente perfurado, com espículos e grânulos sendo os espículos maiores que os grânulos e em *P. viscosa* (figura 50), teto densamente granuloso e espículado. Observa-se, sob MEV em *P. guerkeana* (figura 26), *P. laxifolia* (figura 31), *P. macrostyla* (figura 33), e *P. viscosa* (figura 49), 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 variaram nas diferentes espécies. Dessa forma, os espinhos mais curtos são encontrados em *P. glazioviana*, *P. macrostyla*, *P. malvaviscoides*, *P. schrankii*, *P. serrana* e *P. viscosa* (tabela 2), enquanto os médios são encontrados em *P. almasana*, *P. guerkeana*, *P. laxifolia*, *P. malacophylla*, *P. spinistipula* e *P. varians* (tabela 2) e os longos em *P. garckeana*, *P. hexaphylla* e *P. martii* (tabela 2). Quanto ao número de espinhos, nota-se na tabela 2, que os grãos de pólen não apresentaram variação significativa entre as espécies ficando os valores na faixa entre 2-7/2.916  $\mu\text{m}^2$ . Em relação à distância entre os espinhos (tabela 2), os menores valores são encontrados nos grãos de pólen de *P. guerkeana* e os maiores nos de *P. macrostyla*.

Tomando-se por base o ápice dos espinhos e a presença ou não de constrição, as espécies foram divididas em dois tipos, cada um subdividido em dois subtipos sendo um destes dividido em três grupos: a) ápice pontiagudo: a.1) base constricta (*P. garckeana*, *P. guerkeana*, *P. malvaviscoides*, *P. spinistipula*, figuras 20, 25, 37, 43); a.2) base sem constrição (*P. hexaphylla*, *P. martii* e *P. viscosa*, figuras 27, 38, 48); b) ápice arredondado: b.1) sem constrição (*P. almasana*, *P. macrostyla*, *P. malacophylla*, *P. schrankii*, *P. serrana*, figuras 19, 32, 35, 40, 42). b.2) com constrição; b.2.1) na base (*P. glazioviana* figuras 22); b.2.2) na região mediana (*P. laxifolia* figuras 30); b.2.3) próximo ao ápice (*P. varians* figura 47).





Figuras 19-34. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies de *Pavonia*, subgênero *Pavonia*. 19. *P. almasana*. Detalhe do espinho. 20-21. *P. garckeana*. 20. Detalhe do espinho. 21. Detalhe da ornamentação (MEV). 22-24. *P. glazioviana*. 22. Detalhe do espinho. 23-24. Análise de L.O. 25-26. *P. guerkeana*. 25. Detalhe do espinho. 26. Detalhe da estrutura da parede da exina (MEV). 27. *P. hexaphylla*. Detalhe do espinho. 28-31. *P. laxifolia*. 28. Vista geral (MEV). 29. Detalhe da ornamentação (MEV). 30. Detalhe do espinho. 31. Detalhe da estrutura da parede da exina (MEV). 32-34. *P. macrostyla*. 32. Corte óptico. 33. Detalhe da estrutura da parede da exina (MEV). 34. Detalhe da ornamentação (MEV). Escalas = 5  $\mu\text{m}$  (19-20, 22- 27, 30, 32); 2 $\mu\text{m}$  (21, 29, 34); 50  $\mu\text{m}$  (28); 20  $\mu\text{m}$  (33).

Figures 19-34. Light and scanning electron micrographs (SEM) of pollen grains of *Pavonia*, subgenus *Pavonia*. 19. *P. almasana*. Detail of spine. 20-21. *P. garckeana*. 20. Detail of spine. 21. Detail of ornamentation (SEM). 22-24. *P. glazioviana*. 22. Detail of spine. 23-24. L.O. analysis. 25-26. *P. guerkeana*. 25. Detail of spine. 26. Detail of wall structure (SEM). 27. *P. hexaphylla*. Detail of spine. 28-31. *P. laxifolia*. 28. general view (SEM). 29. Detail of ornamentation (SEM). 30. Detail of spine. 31. Detail of wall structure (SEM). 32-34. *P. macrostyla*. 32. Optical section. 33. Detail of wall structure (SEM). 34. Detail of ornamentation (SEM). Bars = 5  $\mu\text{m}$  (19-20, 22- 27, 30, 32); 2  $\mu\text{m}$  (21, 29, 34); 50  $\mu\text{m}$  (28); 20  $\mu\text{m}$  (33).

Tabela 2. Medidas das aberturas, camadas da exina e espinho (n = 10). Número de aberturas e de espinhos numa área de 2916  $\mu\text{m}^2$  e índice do espinho dos grãos de pólen dos subgêneros *Goetheoides* (Gürke) Ulbr, *Pavonia* Cav. e *Typhalea* (DC.) Ulbr. Diam.: diâmetro; Compr.: comprimento; Larg.: largura; Dist.: distância entre os espinhos.

Table 2. Measure of pore, exine layers and spine (n = 10). Number of pores and spines in the 2916  $\mu\text{m}^2$  area of pollen grains of subgenera *Goetheoides* (Gürke) Ulbr., *Pavonia* Cav. and *Typhalea* (DC.) Ulbr. . Diam. = diameter; Compr.: length; Larg.: width; Dist.: distance withing spines

Espécies	Poros		Exina		Sexina		Nexina		Espinho					
	Diam. x ( $\mu\text{m}$ )	n°/ 2916 $\mu\text{m}^2$ x	x ( $\mu\text{m}$ )		x ( $\mu\text{m}$ )		x ( $\mu\text{m}$ )		Compr. x ( $\mu\text{m}$ )	Larg. Base x ( $\mu\text{m}$ )	Larg. Apice x ( $\mu\text{m}$ )	Dist. x ( $\mu\text{m}$ )	n°/2916 $\mu\text{m}^2$ x	Índice x
			x	x	x	x								
<b>Subg. <i>Goetheoides</i></b>														
<i>P. alnifolia</i>	4,70	3-5	10,70	1,94	8,55	8,55	22,25	12,03	8,70	32,05	3-4	1,84		
<i>P. calyculosa</i>	5,20	4-6	11,90	2,72	9,15	9,15	24,05	13,98	10,10	28,98	3-6	1,72		
<i>P. crassipedicellata</i>	8,33	3-5	10,43	2,90	7,63	7,63	17,30	10,73	4,45	30,55	3-4	1,61		
<i>P. goetheoides</i>	5,30	5-6	8,50	2,33	6,25	6,25	16,95	7,90	2,68	38,80	3-6	2,14		
<i>P. makoyana</i>	5,43	5-7	20,14	2,52	17,28	17,28	20,08	11,48	6,38	24,63	4-7	1,74		
<i>P. multiflora</i>	4,70	4-7	8,55	1,58	6,83	6,83	15,98	8,40	4,05	25,23	4-6	1,9		
<b>Subg. <i>Pavonia</i></b>														
<i>P. almasana</i>	8,84	2-3	13,14	3,56	9,38	9,38	26,16	11,75	9,63	37,59	2-2	2,22		
<i>P. garckeana</i>	5,90	4-7	10,31	2,23	8,18	8,18	28,55	8,90	3,53	27,80	3-5	3,20		
<i>P. glazioviana</i>	5,48	4-6	10,34	2,82	7,35	7,35	13,45	8,95	3,68	25,13	3-5	1,50		
<i>P. guerkeana</i>	4,95	5-7	9,89	3,08	6,32	6,32	17,75	8,25	2,58	21,90	4-6	2,15		
<i>P. hexaphylla</i>	6,75	3-4	10,44	3,04	10,44	10,44	37,45	11,50	3,65	34,10	3-3	3,25		
<i>P. laxifolia</i>	5,35	4-7	10,21	2,14	7,97	7,97	21,25	9,30	3,78	23,65	4-7	2,28		
<i>P. macrostyla</i>	7,31	2-3	15,59	4,62	10,77	10,77	15,06	13,91	11,50	38,56	2-3	1,08		
<i>P. martii</i>	5,70	4-8	11,17	3,02	8,04	8,04	29,93	8,75	3,78	23,38	4-7	3,42		
<i>P. schrankii</i>	4,93	4-6	8,27	2,15	5,80	5,80	15,85	8,40	5,10	22,38	3-5	1,88		
<i>P. serrana</i>	8,10	3-4	8,95	2,36	6,47	6,47	18,65	10,30	6,40	33,53	2-4	1,81		
<i>P. spinistipula</i>	6,66	4-6	7,31	1,87	5,43	5,43	18,45	9,03	3,98	28,78	3-5	2,20		
<i>P. varians</i>	6,10	4-6	9,95	2,17	7,41	7,41	24,05	8,35	3,80	30,10	3-5	2,88		
<i>P. viscosa</i>	6,35	3-4	10,65	2,68	7,97	7,97	16,45	10,75	4,20	31,68	3-5	1,53		
<b>Subg. <i>Typhalea</i></b>														
<i>P. castaneifolia</i>	5,03	6-8	7,20	1,82	5,30	5,30	20,45	7,23	2,27	19,73	5-7	2,82		
<i>P. fruticosa</i>	5,15	5-7	8,58	2,80	5,61	5,61	18,28	8,48	3,13	21,58	3-7	2,15		
<i>P. nemoralis</i>	5,18	5-8	9,95	2,87	7,23	7,23	19,65	8,03	4,35	22,75	5-8	2,44		
<i>P. sepium</i>	4,68	5-7	8,95	2,72	6,00	6,00	16,30	8,25	4,28	22,58	6-5	1,97		
<i>P. stellata</i>	5,50	4-7	6,50	2,12	4,25	4,25	18,60	6,88	3,08	21,95	4-7	2,70		

Dos 46 espécimes usados para comparação dos resultados (tabela 3), 18 apresentaram dimensões dos grãos de pólen bem distintas e fora da faixa de variação dos materiais padrão, 28 deles apresentaram ou o diâmetro 1 ou o diâmetro 2, ou ambos, dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos materiais padrão.

#### Subgênero *Typhalea* (DC.) Ulbr.

Espécies estudadas: *Pavonia castaneifolia*, *P. fruticosa*, *P. nemoralis*, *P. sepium* e *P. stellata* (figuras 51-70; tabelas 1-3).

Grãos de pólen grandes a muito grandes; apolares, esferoidais; pantoporados, poros circulares, distribuídos em espiral fechada pela superfície do grão de pólen, operculados, opérculos persistentes na maioria das vezes, exina espinhosa. Os poros em *P. sepium* (figura 65), 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 e localizados nas extremidades dos colpóides. Exina espinhosa, sexina tectada; o teto entre os espinhos é perfurado, densamente espiculado-granulado. Nexina bem mais espessa que a sexina. Sob MEV, nota-se em *P. nemoralis* (figura 62), exina levemente ondulada, espiculada, espículos com tamanhos diferentes, esparsamente perfurada, perfurações arredondadas ou alongadas, com tamanhos diferentes. Em *P. sepium* (figura 63) 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 são encontrados em *P. castaneifolia*, *P. fruticosa*, *P. nemoralis*, *P. stellata* (tabela 2). Em *P. castaneifolia* (figura 52) e *P. sepium* (figura 63) observa-se a presença de espinhos dimórficos ou seja espinhos grandes (20,45 e 16,30  $\mu\text{m}$  de comprimento, respectivamente), entremeados por espinhos menores (8,28 e 7,25  $\mu\text{m}$  de comprimento respectivamente).

Tomando-se por base o ápice dos espinhos e a presença ou não de constrição, os grãos de pólen das espécies do subgênero *Typhalea*, foram divididas em dois tipos, sendo um deles com dois subtipos: a) ápice agudo, base sem constrição (*P. castaneifolia* figura 52); b) ápice arredondado: b.1) base com constrição (*P. sepium* figuras 63-64); b.2) base sem constrição (*P. fruticosa*, *P. nemoralis* e *P. stellata*, figuras 55, 59, 68).

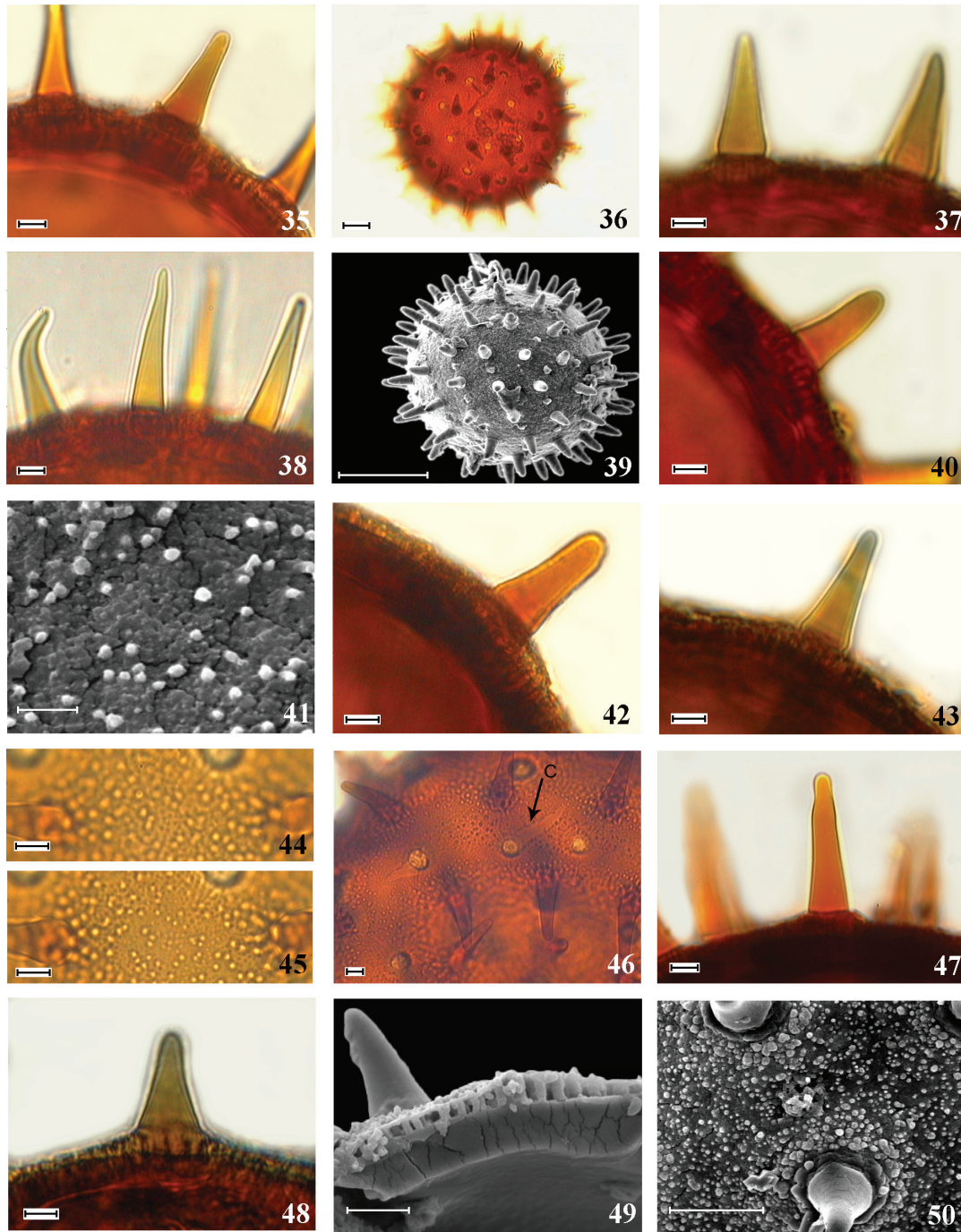
Quanto ao número de espinhos, nota-se na tabela 2, que os grãos de pólen não apresentaram variação significativa entre as espécies ficando os

valores na faixa entre 3-7/2.916  $\mu\text{m}^2$ . Em relação à distância entre os espinhos (tabela 2), os menores valores são encontrados nos grãos de pólen de *P. castaneifolia* (19,73  $\mu\text{m}$ ) e os maiores valores nos grãos de pólen de *P. nemoralis* (22,75  $\mu\text{m}$ ).

Observa-se, na tabela 3, que os espécimes *A. Gehrt s.n.*, SP192949 e *F.C. Hoehne s.n.*, SP18871 de *P. nemoralis*, apresentaram 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, encontram-se dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos seus respectivos materiais-padrão.

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* (figura 71) verifica-se que: a) os grãos de pólen de *P. castaneifolia* separam-se dos 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 dos 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 dos 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* e *P. alnifolia*, formam um grupo contínuo, no qual é possível separar algumas espécies entre si; e) os grãos de pólen de *P. garckeana*, *P. spinistipula* e *P. viscosa*, não se separam entre si, mas separam-se dos demais espécies quando se leva em consideração os diâmetros 1 e 2; f) os grãos de pólen das espécies *P. multiflora* e *P. varians*, com base no diâmetro 1 e 2, separam-se dos demais espécies, mas não se separam entre si; g) os grãos de pólen das espécies *P. serrana* e *P. hexaphylla* separam-se dos demais espécies, quando se leva em consideração os valores dos diâmetros 1 e 2, mas não se separam entre si; h) os grãos de pólen da espécie *P. crassipedicellata*, separam-se dos demais espécies quando se leva em consideração os valores dos diâmetros 1 e 2; i) com base nos diâmetros 1 e 2, os grãos de pólen de *P. almasana* e *P. macrostyla* separam-se dos demais espécies por serem maiores; j) 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*,





Figuras 35-50. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies de *Pavonia*, subgênero *Pavonia*. 35. *P. malacophylla*. Corte óptico. 36-37. *P. malvaviscoides*. 36. Vista geral. 37. Detalhe do espinho. 38. *P. martii*. Detalhe do espinho. 39-41. *P. schrankii*. 39. Vista geral (MEV). 40. Corte óptico. 41. Detalhe da ornamentação (MEV). 42. *P. serrana*. Detalhe do espinho. 43-46. *P. spnistipula*. 43. Corte óptico. 44-45. Análise de L.O. 46. Detalhe mostrando o colpóide. 47. *P. varians*. Detalhe do espinho. 48-50. *P. viscosa*. 48. Corte óptico. 49. Detalhe da estrutura da parede (MEV). 50. Detalhe da ornamentação (MEV). c: colpóide. Escalas = 5  $\mu\text{m}$  (35, 37-38, 40, 42-49); 20  $\mu\text{m}$  (36); 50  $\mu\text{m}$  (39); 2  $\mu\text{m}$  (41); 10  $\mu\text{m}$  (50).

Figures 35-50. Light and scanning electron micrographs (SEM) of pollen grains of *Pavonia*, subgenus *Pavonia*. 35. *P. malacophylla*. Optical section. 36-37. *P. malvaviscoides*. 36. General view. 37. Detail of spine. 38. *P. martii*. Detail of spine. 39-41. *P. schrankii*. 39. General view (SEM). 40. Optical section. 41. Detail of ornamentation (SEM). 42. *P. serrana*. Detail of spine. 43-46. *P. spnistipula*. 43. Optical section. 44-45. L.O. analysis. 46. Detail of colpoid. 47. *P. varians*. Detail of spine. 48-50. *P. viscosa*. 48. Optical section. 49. Detail of structure of wall (SEM). 50. Detail of ornamentation (SEM). c: colpoid. Bars = 5  $\mu\text{m}$  (35, 37-38, 40, 42-49), 20  $\mu\text{m}$  (36), 50  $\mu\text{m}$  (39), 2  $\mu\text{m}$  (41), 10  $\mu\text{m}$  (50).

Tabela 3. Média aritmética, em  $\mu\text{m}$ , das medidas dos diâmetros e do comprimento dos espinhos dos materiais de comparação, das espécies dos subgêneros *Goetheoides* (Gürke) Ulbr., *Pavonia* Cav. and *Typhalea* (DC.) Ulbr. (n = 10); ■: valor dentro do I.C. do espécime padrão; \* : valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ▲: valor fora da FV.

Table 3. Measure ( $\mu\text{m}$ ) of arithmetic average of pollen grains obtained from comparison species of subgenera *Goetheoides* (Gürke) Ulbr., *Pavonia* Cav., and *Typhalea* (DC.) Ulbr. (n = 10). ; ■: value within C.I. of standard specimen; \* : value outside of C.I., but within FV of standard specimen; ▲: value outside of FV.

Espécies/Coletores	Diâmetro 1	Diâmetro 2	Espinho
Subg. <i>Goetheoides</i>			
<i>P. alnifolia</i>			
<i>G.L. Esteves &amp; 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 &amp; 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
Subg. <i>Pavonia</i>			
<i>P. almasana</i>			
<i>A. Furlan et al. CFCR1677</i>	225,94*	227,81*	25,81
<i>R.M. Harley et al. 26540</i>	196,38▲	197,81▲	39,84
<i>P.T. Sano et al. CFCR 14580</i>	227,81*	228,75*	27,56
<i>P.T. Sano &amp; T. Laessoe H52371</i>	196,00▲	196,19▲	35,47
<i>M.M. Silva-Castro 677</i>	238,88■	240,94■	21,44
<i>P. garckeana</i>			
<i>M. Batalha &amp; W. Mantovani 35</i>	154,55*	155,58■	24,30
<i>J. Mattos &amp; N. Mattos 14444</i>	156,50■	154,63*	25,88
<i>P. glazioviana</i>			
<i>G.L. Esteves &amp; C. Kameyama 2522</i>	153,75▲	151,75▲	15,75
<i>J.S. Silva 671</i>	143,13*	140,88■	15,19
<i>M. Silva et al. 213</i>	144,65*	146,00*	14,95
<i>P. guerkeana</i>			
<i>A.C. Brade 5972</i>	150,50▲	151,83*	22,17
<i>B.C. Teixeira &amp; A.R. Teixeira 9</i>	144,25*	143,63*	20,00
<i>A.P. Viegas et al. s.n. (SP48779).</i>	150,23▲	149,90*	21,43
<i>P. hexaphylla</i>			
<i>Alunos aula de taxonomia UNB 388</i>	152,33▲	152,83▲	26,98
<i>L.R.H. Bicudo et al. 710</i>	157,10▲	158,25▲	31,88
<i>A. Custodio Filho 6933</i>	156,80▲	156,954▲	28,38
<i>G.L. Esteves &amp; C. Kameyama 2477</i>	148,05▲	146,35▲	25,25
<i>P.S.B.A. Salles 12</i>	147,20▲	145,85▲	24,60
<i>P. laxifolia</i>			
<i>S. Atkins et al. CFCR14747</i>	235,31*	236,98■	14,17

continua

Tabela 3 (continuação)

Espécies/Coletores	Diâmetro 1	Diâmetro 2	Espinho
<i>F.C. Hoehne s.n.</i> (SP20058)	133,05*	133,33*	20,63
<i>A. Krapovickas &amp; C.L. Cristóbal 35499</i>	141,23 <sup>▲</sup>	139,88 <sup>▲</sup>	18,18
<i>P. macrostyla</i>			
<i>S. Atkins et al. CFCR14747</i>	235,31*	236,98 <sup>■</sup>	14,17
<i>G.L. Esteves &amp; Kameyama 2528</i>	247,01*	250,10*	12,78
<i>W. Ganev 2634</i>	235,36*	241,25 <sup>■</sup>	15,31
<i>P. malacophylla</i>			
<i>R.M. Castro 409</i>	142,38 <sup>▲</sup>	144,10*	20,15
<i>T.A.B. Dias et al. 144</i>	151,30*	148,63 <sup>■</sup>	19,85
<i>G.L. Esteves &amp; F. Barros 2580</i>	149,30 <sup>■</sup>	149,05 <sup>■</sup>	21,05
<i>G.L. Esteves &amp; C. Kameyama 2611</i>	156,83*	160,45 <sup>▲</sup>	22,65
<i>R.P. Lyra Lemos &amp; F. Barros 2625</i>	141,73 <sup>▲</sup>	141,30*	18,20
<i>P. malvaviscoides</i>			
<i>G.L. Esteves 2404</i>	159,48*	158,50*	19,15
<i>A. Furlan et al. CFCR4642</i>	178,25 <sup>▲</sup>	178,13 <sup>▲</sup>	20,08
<i>I.D. Pinheiros &amp; G.L. Esteves CFSC8571</i>	153,53*	154,70*	21,48
<i>I.D. Pinheiros &amp; Gomes 235</i>	154,95*	155,73*	21,18
<i>P. martii</i>			
<i>G.L. Esteves &amp; R.P. Lyra-Lemos 2530</i>	139,55*	140,65*	25,98
<i>França 4743</i>	142,68*	142,55*	25,50
<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 <sup>■</sup>	18,63
<i>G. Hatschbach et al. 72518</i>	151,69 <sup>▲</sup>	155,38 <sup>▲</sup>	14,75
<i>M. Kuhlmann &amp; A. Gehrt s.n.</i> (SP40080)	155,03 <sup>▲</sup>	153,50 <sup>▲</sup>	17,18
<i>M.G. Robim 560</i>	163,03 <sup>▲</sup>	160,48 <sup>▲</sup>	18,05
<i>P. serrana</i>			
<i>R. Mello-Silva et al. 500</i>	170,20 <sup>▲</sup>	173,15 <sup>▲</sup>	19,40
<i>P. spinistipula</i>			
<i>V.J. Santos 566</i>	140,50 <sup>▲</sup>	140,43 <sup>▲</sup>	18,23
<i>P. viscosa</i>			
<i>M.M. Arbo et al. 4342</i>	211,90 <sup>▲</sup>	209,98 <sup>▲</sup>	20,20
<i>R..C. Forzza et al. 3972</i>	184,03 <sup>▲</sup>	184,30 <sup>▲</sup>	20,93
<i>R. Mello-Silva et al. 326</i>	222,05 <sup>▲</sup>	222,60 <sup>▲</sup>	20,13
Subg. <i>Typhalea</i>			
<i>P. castaneifolia</i>			
<i>G.L. Esteves &amp; C. Kameyama 2583</i>	100,92*	101,08*	13,58
<i>P. fruticosa</i>			
<i>T.S. Nunes 761</i>	117,63 <sup>■</sup>	118,58*	16,55
<i>P. nemoralis</i>			
<i>A. Gerhrt s.n.</i> (SP192949)	117,65 <sup>▲</sup>	118,20*	18,25

continua



Tabela 3 (continuação)

Espécies/Coletores	Diâmetro 1	Diâmetro 2	Espinho
<i>F.C. Hoehne s.n.</i> (SP18871)	117,08 <sup>▲</sup>	119,13 <sup>•</sup>	18,88
<i>P. sepium</i>			
<i>W. Bockermann s.n.</i> (SP19949)	114,95 <sup>■</sup>	115,98 <sup>■</sup>	18,90
<i>T. Luis 709</i>	113,80 <sup>■</sup>	113,05 <sup>■</sup>	22,63
<i>G. Mattos 14559</i>	108,20 <sup>•</sup>	109,60 <sup>•</sup>	18,68

*P. martii*, *P. malacophylla* e *P. alnifolia*, formam um grupo contínuo, no qual é possível separar algumas espécies; k) *P. viscosa*, *P. garckeana* e *P. spinistipula* separam-se das demais, mas não se separam entre si; l) os grãos das espécies do subgênero *Typhalea* (*P. castaneifolia*, *P. fruticosa*, *P. sepium* e *P. stellata*, com exceção de *P. nemoralis*) separam-se dos demais espécies pertencentes aos subgêneros *Pavonia* e *Goetheoides* por apresentarem os menores valores dos grãos de pólen.

As espécies estudadas de *Goetheoides*, *Pavonia* e *Typhalea* foram submetidas a uma análise de ornadanação (Análise de Componentes Principais - PCA, figura 72, tabela 4), utilizando 10 variáveis métricas dos seus grãos de pólen (tabela 4). A PCA resumiu em seus dois primeiros eixos (figura 72), 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 4); 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* (*Goetheoides*) com os maiores valores para estas variáveis (parte superior do eixo 2, figura 72).

#### Chave polínica para as espécies brasileiras de *Pavonia*

1. Grãos de pólen com poros associados a colpóides
  2. Espinhos médios (índice do espinho 2,01-2,99  $\mu\text{m}$ ); região interespinal microrreticulado-espiculada ..... *P. spinistipula*
  2. Espinhos curtos (índice  $\leq 2,00 \mu\text{m}$ ); região interespinal, perfurado-espiculado-granulada
    3. Grãos de pólen com espinhos dimórficos; exina  $< 9,50 \mu\text{m}$ 
      4. Base do espinho constricta ..... *P. sepium*
      4. Base do espinho não constricta ..... *P. multiflora*
    3. Grãos de pólen com espinhos monomórficos; exina  $> 10,00 \mu\text{m}$  ..... *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  $\geq 3$ )
        8. Base do espinho constricta ..... *P. garckeana*
        8. Base do espinho não constricta
          9. Exina ca. 11,00  $\mu\text{m}$  de espessura; distância entre espinhos ca. 23,00  $\mu\text{m}$  ..... *P. martii*
          9. Exina ca. 14,00  $\mu\text{m}$  de espessura; distância entre espinhos ca. 34,00  $\mu\text{m}$  ..... *P. hexaphylla*

7. Grãos de pólen com espinhos curtos (índice  $\leq 2,00 \mu\text{m}$ ) ou médios (índice 2,01-2,99  $\mu\text{m}$ )
10. Espinhos médios
11. Exina  $< 9,00 \mu\text{m}$  de espessura
12. Ápice dos espinhos agudo; base dos espinhos constricta ..... *P. goetheoides*
12. Ápice dos espinhos arredondados; base dos espinhos não constricta
13. Exina ca.  $6,50 \mu\text{m}$  de espessura ..... *P. stellata*
13. Exina ca.  $8,50 \mu\text{m}$  de espessura ..... *P. fruticosa*
11. Exina  $> 9,50 \mu\text{m}$  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.  $37,50 \mu\text{m}$ ; exina ca.  $13,00 \mu\text{m}$  de espessura; diâmetro do poro ca.  $8,50 \mu\text{m}$  ..... *P. almasana*
16. Distância entre os espinhos  $\leq 26,00 \mu\text{m}$ ; exina  $< 11,00 \mu\text{m}$  de espessura; diâmetro do poro  $< 6,50 \mu\text{m}$
17. Espinhos ca.  $22,70 \mu\text{m}$  de distância; diâmetro do poro ca.  $5,00 \mu\text{m}$ ; exina  $< 10,00 \mu\text{m}$  de espessura ..... *P. nemoralis*
17. Espinhos ca.  $25,40 \mu\text{m}$  de distância; diâmetro do poro ca.  $5,75 \mu\text{m}$ ; 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.  $31,00 \mu\text{m}$  ..... *P. viscosa*
19. Espinho com constrição na base; distância entre os espinhos ca.  $28,00 \mu\text{m}$  ... *P. malvaviscoides*
18. Ápice do espinho arredondado
20. Base dos espinhos com constrição
21. Exina ca.  $20,00 \mu\text{m}$  de espessura ..... *P. makoyana*
21. Exina ca.  $10,00 \mu\text{m}$  de espessura ..... *P. glazioviana*
20. Base dos espinhos sem constrição
22. Exina  $> 14,00 \mu\text{m}$  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  $9,50-12,00 \mu\text{m}$
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*

### Discussão

Nos trabalhos palinológicos sobre *Pavonia*, poucos foram os que englobaram algumas das 26 espécies aqui estudadas, com exceção de *P. glazioviana*, *P. guerkeana*, *P. macrostyla*, *P. malacophylla* (subgênero *Pavonia*), *P. nemoralis* e *P. sepium* (subgênero *Thyphalea*).

Com base nas aberturas, as espécies de *Pavonia*, aqui analisadas apresentaram dois grupos: a) grãos

de pólen pantoporados, cujos poros estão associados a colpóides (*P. spinistipula*, *P. sepium*, *P. calyculosa* e *P. multiflora* e b) grãos de pólen pantoporados, cujos poros não estão associados a colpóides (demais espécies).

No primeiro 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 observado na chave polínica apresentada. *Pavonia 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 separáveis, 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* (Esteves 1996, 2001, Fryxell 1999).

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.

Cuadrado (2006) já havia observado colpóides em grãos de pólen de *Pavonia* ao estudar, sob MEV e MO, 23 espécies ocorrentes no nordeste da Argentina. A autora dividiu-os em dois tipos quanto à abertura: pantoporados e pantocolpoidorados. As espécies estudadas por Cuadrado (2006) são, em sua maioria, representantes do subgênero *Pavonia*, três das quais ocorrem também no Brasil, *P. communis* A. St.-Hil., *P. hastata* Cav. e *P. sepium* A. St.-Hil. Esta última espécie, aqui também analisada, divergiu dos resultados apresentados por Cuadrado (2006) somente com relação à presença de espinhos dimórficos, caráter bem evidente nos espécimes aqui descritos e não mencionados pela referida autora.

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-Watanabe *et al.* 1993a, b, 1998). 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.

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. As espécies desse grupo se separaram pela 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.

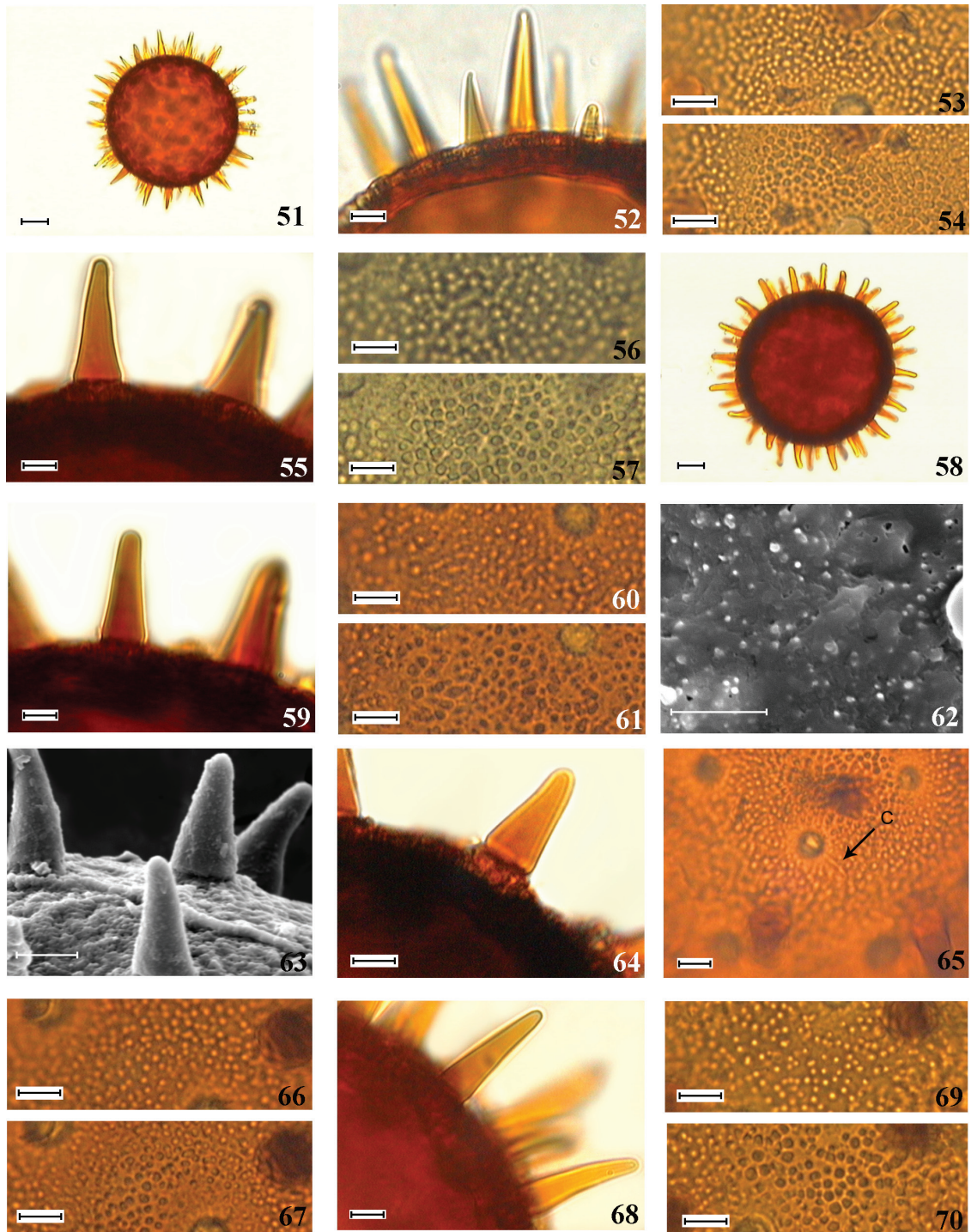
Assim sendo, *P. garckeana*, *P. hexaphylla* e *P. martii* apresentaram espinhos longos conforme evidenciado na chave polínica, distinguindo-se entre si pela presença ou não de constrição na base do espinho e pela espessura da exina, corroborando os resultados de Esteves (1996) que considerou esses táxons 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.

Os grãos de pólen de *P. guerkeana* foram analisados por Cuadrado (2006), e seus resultados divergem do presente estudo quanto à ornamentação da sexina que foi descrita pela autora como granulada, com espículos suprategmiais, enquanto que nos quatro espécimes aqui analisados apresentaram sexina perfurado-espiculado-granulada; e quanto ao tamanho dos grãos de pólen, que são significativamente menores que os aqui estudados.

Saba (2007) descreveu os grãos de pólen de *P. glazioviana*, como polipantoporados, com poros circulares, anulados, distribuídos em espiral fechada, exina granulada-equinada, espinhos com base constricta





Figuras 51-70. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen das espécies de *Pavonia*, subgênero *Typhalea*. 51-54. *P. castaneifolia*. 51. Contorno. 52. Corte óptico. 53-54. Análise de L.O. 55-57. *P. fruticosa*. 55. Detalhe do espinho. 56-57. Análise de L.O. 58-62. *P. nemoralis*. 58. Contorno. 59. Detalhe do espinho. 60-61. Análise de L.O. 62. Detalhe da ornamentação (MEV). 63-67. *P. sepium*. 63. Detalhe da ornamentação e dos espinhos (MEV). 64. Detalhe do espinho. 65. Detalhe do colpóide. 66-67. Análise de L.O. 68-70. *P. stellata*. 68. Detalhe do espinho. 69-70. Análise de L.O. c: colpóide. Escalas = 5  $\mu\text{m}$  (52-57, 59-70) 20  $\mu\text{m}$  (51, 58).

Figures 51-70. Light and scanning electron micrographs (SEM) of pollen grains of *Pavonia*, subgenus *Typhalea*. 51-54. *P. castaneifolia*. 51. Outline. 52. Optical section. 53-54. L.O. analysis. 55-57. *P. fruticosa*. 55. Detail of spine. 56-57. L.O. analysis. 58-62. *P. nemoralis*. 58. Outline. 59. Detail of spine. 60-61. L.O. analysis. 62. Detail of ornamentation (SEM). 63-67. *P. sepium*. 63. Detail of ornamentation and spines (SEM). 64. Detail of spine. 65. Detail of colpoid. 66-67. L.O. analysis. 68-70. *P. stellata*. 68. Detail of spine. 69-70. L.O. analysis. c: colpoid. Bars = 5  $\mu\text{m}$  (52-57, 59-70); 20  $\mu\text{m}$  (51, 58).

Tabela 4. 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*).Table 4. Pearson and Kendall coefficients for pollen grain metric variables of the first two axis of PCA ordination of *Pavonia* (subgenera *Goetheoides*, *Pavonia*, *Typhalea*).

Variáveis	Componentes Principais	
	Eixo 1	Eixo 2
D1 (diâmetro 1)	-0,3214	-0,3618
D2 (diâmetro 2)	-0,3268	-0,3643
PoruDiam (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

e com tamanho variando de 102,5-167,5  $\mu\text{m}$ . 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). Os grãos de pólen desta espécie foram descritos por esses autores 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, característica confirmada 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.

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. As demais espécies apresentam ápice arredondado e formam dois grupos. 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 dos grãos de pólen, 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).

Esteves (1996), ao propor uma classificação infragenérica para o gênero *Pavonia*, discutiu as afinidades taxonômicas existentes entre as espécies dos subgêneros *Pavonia*, *Goetheoides* e *Typhalea*,

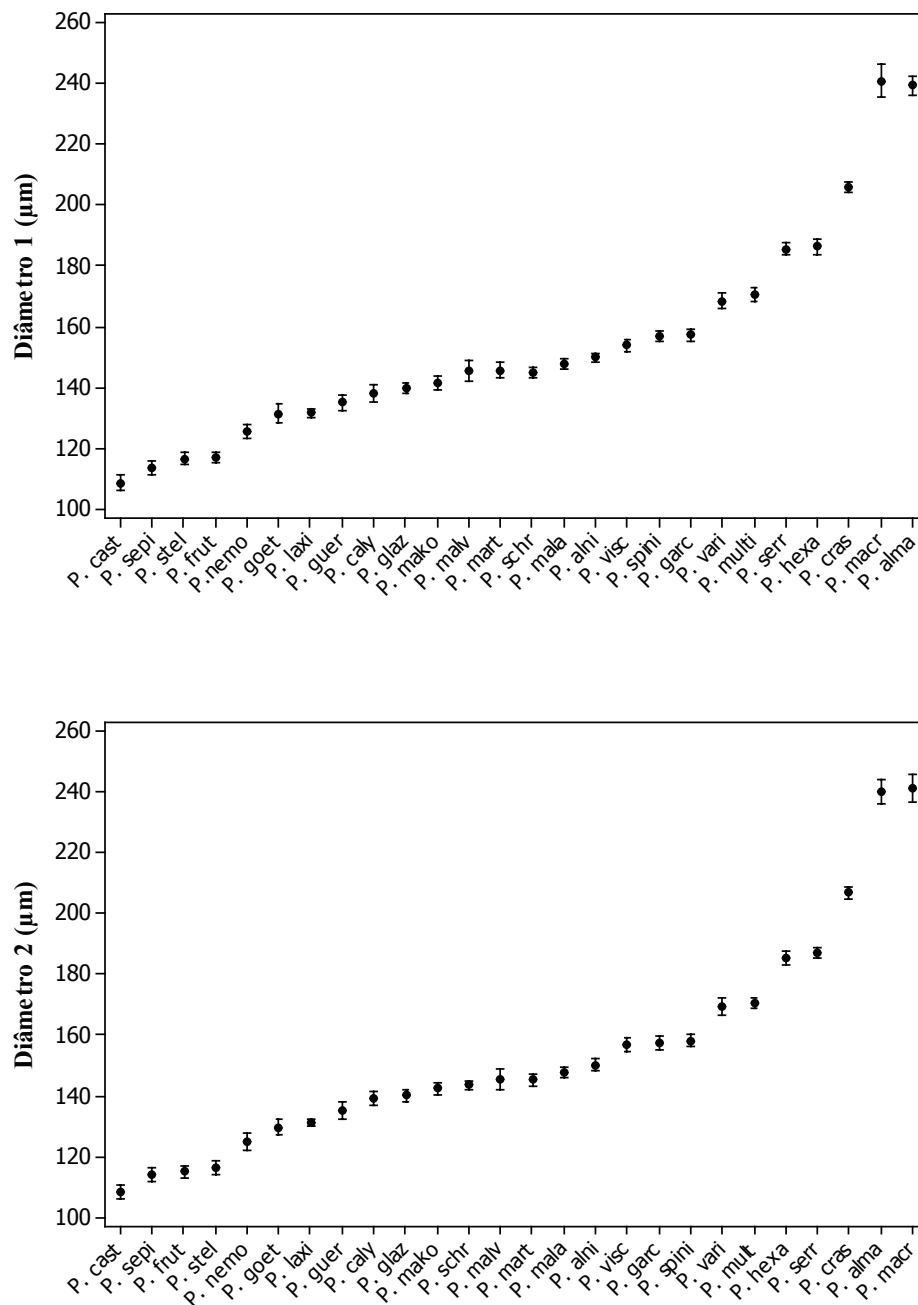


Figura. 71. Representação gráfica do intervalo de confiança a 95% dos diâmetros 1 e 2, dos grãos de pólen das espécies dos subgêneros *Goetheoides* Gürke, *Pavonia* Cav. e *Typhalea* DC. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média 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*.

Figure 71. Representation of 95% confidence interval of mean of pollen grains of *Goetheoides* Gürke, *Pavonia* Cav., and *Typhalea* DC. The higher and lower boundaries represent the confidence interval; the circle represents the arithmetic mean. 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*.



separando-os por características dos mericarpos, entretanto, as diferenças entre os subgêneros *Pavonia* e *Goetheoides* são muito tênues, denotando grande afinidade entre os mesmos, enquanto que o subgênero *Typhalea* se diferenciou dos demais por apresentar os mericarpos (1-2-)3-aristados ausentes nas espécies dos demais subgêneros.

O estudo palinológico aqui realizado revelou que há um compartilhamento de caracteres polínicos entre as espécies dos três subgêneros, tanto quanto ao tamanho dos grãos de pólen, tipos de espinhos e quanto à ornamentação do teto. As cinco espécies pertencentes ao subgênero *Typhalea* aqui analisadas palinologicamente, mostraram 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 (Krapovickas 1981, 1982, Esteves 1998a, b, 2001, Fryxell 1999) que consideram *Typhalea* como um subgênero distinto e bem caracterizado. É importante ressaltar que as espécies pertencentes ao subgênero *Goetheoides* são exclusivamente brasileiras e nunca haviam sido estudadas do ponto de vista palinológico.

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. malvaiscooides*, *P. montana*, *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, Sazima

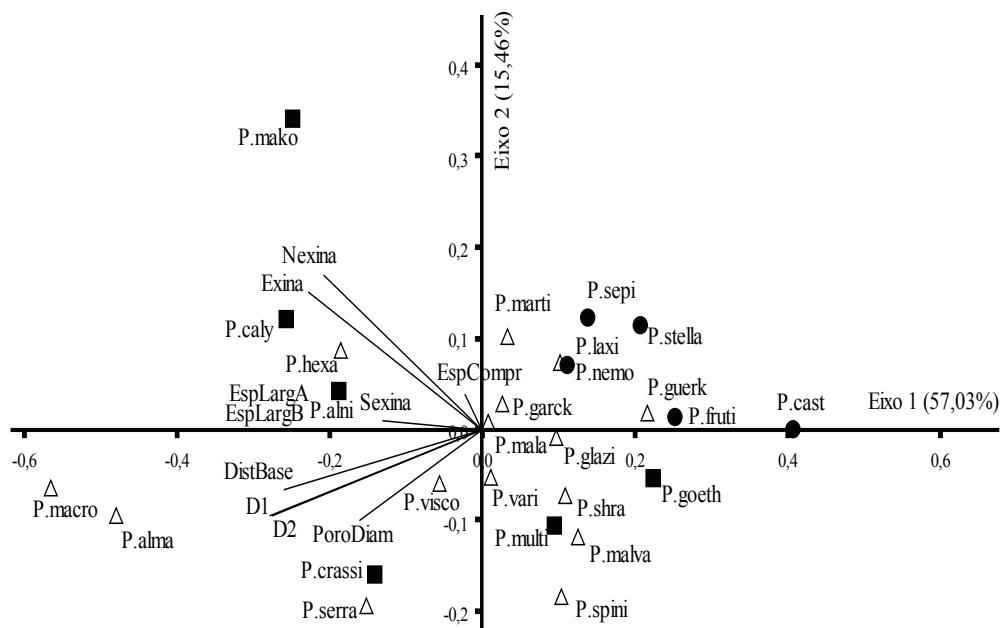


Figura 72. Ordenação pela PCA, das espécies de *Pavonia*, em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. P.alma: *P. almasana*, P.alni: *P. alnifolia*, P.caly: *P. calyculosa*, P.cast.: *P. castaneifolia*, P.crassi: *P. crassipedicellata*, P.fruti: *P. fruticosa*, P.garck: *P. garckeana*, P.glazi: *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. malvaiscooides*, 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*.  $\Delta$ : subgênero *Goetheoides*,  $\bullet$ : subgênero *Pavonia*,  $\blacksquare$ : subgênero *Typhalea*.

Figure 72. Biplot of PCA for *Pavonia*, of pollen grains metric variables. 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. malvaiscooides*, 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*.  $\Delta$ : subgênero *Goetheoides*,  $\bullet$ : subgênero *Pavonia*,  $\blacksquare$ : subgênero *Typhalea*.

1981, Esteves, 1996). Por outro lado 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).

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, enquanto que *P. laxifolia*, *P. martii* e *P. varians* são melitófilas.

Com base nos resultados obtidos no presente estudo conclui-se 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 *Goetheoides* e *Pavonia* por meio dos caracteres polínicos, tanto qualitativamente quanto quantitativamente, entretanto é possível distinguir as espécies entre si, independentemente dos subgêneros, por meio 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.

### Literatura citada

- Barth, O.M.** 1975. Catálogo sistemático dos pólen 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.
- Bonnefille, R. & Riollet, G.** 1980. Pollens des savanes d'Afrique Orientale. Éditions du Centre National de la recherche Scientifique, Paris.
- Christensen, P.B.** 1986. Pollen morphological studies in the Malvaceae. Grana 25: 95-117.
- Cuadrado G.A.** 2006. Malvaceae. Tribus Gossypieae, Hibiscieae, Malveae y Malvaviscaceae: 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.
- El Ghazali, G.E.B.** 1993. A study on the pollen flora of Sudan. Malvaceae. Review of Palaeobotany and Palynology 76: 223-234.
- Erdtman, G.** 1960. The acetolysis method. A revised description. Svensk Botanisk Tidskrift 54: 561-564.
- 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.
- Esteves, G.L.** 2012. *Pavonia*. In: R.C. Forzza, A. Costa, B.M.T. Walter, J.R. Pirani, M.P. Morim, L.P. Queiroz, G. Martinelli, A.L. Peixoto, M.A.N. Coelho, J.F.A. Baumgratz, J.R. Stehmann, L.G. Lohmann, M. Hopkins. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB009118> (acesso em 10.09.2012).
- 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.
- Holmgren, P.K., Holmgren, N.H.** 1998. Online edition of Index Herbariorum <http://sciweb.nybg.org/science2/indexherbariorum.asp> (acesso em 29.12.2008)
- 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.
- 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.** 1982. Novedades en *Pavonia* Cav. sect. *Typhalea* (Malvaceae). Boletim da Sociedade Argentina de Botânica 20: 281-301.
- Makino-Watanabe, H., Melhem, T.S. & Barth, O.M.** 1993a. Morfología 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.
- McCune, B. & Melfford, M.J.** 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. MjM Software Design, Oregon.
- 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].
- 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.
- 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.
- Salgado-Labouriau, M.L., Vanzolini, P.E. & Melhem, T.S.** 1965. Variatin of polar axes and equatorial diameters in pollen grains of two species of *Cassia*. *Grana* 6: 166-176.
- 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.
- Shepherd, G.J.** 1996. *Fitopac 1: manual do usuário*. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas.
- Vieira, S.** 1981. *Introdução à Bioestatística*. Campus, Rio de Janeiro.