



Morfologia polínica de espécies de floresta ombrófila densa e restinga

Pollen morphology of species of rainforest and dunes

Gabriel da Rosa **SCHROEDER**^{1, 3}; Nilton Paulo **VIEIRA JUNIOR**¹; Caroline Aparecida de **SOUZA**¹; Pamela **PFUNDNER**¹; Enderlei **DEC**² & Denise Monique Dubet da Silva **MOUGA**¹

RESUMO

A fim de contribuir com a caracterização polínica do estado de Santa Catarina, foram verificadas, em área de floresta ombrófila densa e restinga, as espécies: *Coccocypselum lanceolatum*, *Erythroxylum ambiguum*, *Heliconia farinosa*, *Ilex pseudobuxus*, *Lantana undulata*, *Mollinedia schottiana*, *Myrcia brasiliensis*, *Piper corcovadensis* e *Rudgea coriacea*. Os grãos de pólen foram acetolisados, fotografados e observados em microscópio de luz e em microscópio eletrônico de varredura. Descreveram-se as aberturas, o âmbito, a forma, a simetria, a unidade polínica, a ornamentação e a polaridade, e calcularam-se os valores médios da espessura da exina, diâmetro polar e diâmetro equatorial. Todas as espécies são mônades. As espécies *I. pseudobuxus*, *E. ambiguum*, *M. brasiliensis*, *C. lanceolatum*, *R. coriacea* e *L. undulata* têm grãos tricolpados, com simetria radial, isopolares (exceto *R. coriacea*, apolar), de tamanho médio (exceto *M. brasiliensis*, pequeno, *C. lanceolatum* e *R. coriacea*, grande). As espécies *M. schottiana*, *P. corcovadensis* e *H. farinosa* têm grãos 1-aperturados, com simetria bilateral, heteropolares, de tamanho médio (pequeno em *P. corcovadensis*, grande em *H. farinosa*). A exina das espécies mostrou-se clavada, reticulada, escabrada, pilada e espiculada. Os dados acrescentam ao conhecimento palinológico.

Palavras-chave: caracterização morfológica; palinologia; pólen.

ABSTRACT

Aiming to contribute to the pollen characterization of the state of Santa Catarina, the species *Coccocypselum lanceolatum*, *Erythroxylum ambiguum*, *Heliconia farinosa*, *Ilex pseudobuxus*, *Lantana undulata*, *Mollinedia schottiana*, *Myrcia brasiliensis*, *Piper corcovadensis* and *Rudgea coriacea* were verified, in rain forest and dunes. The pollen grains were acetolysed, photographed and observed under light microscope and scanning electronic microscope. The description was made by apertures, amb, shape, symmetry, pollen unity, ornamentation and polarity and the mean values of exine thickness, polar and equatorial diameters were calculated. All species are monads. The species *I. pseudobuxus*, *E. ambiguum*, *M. brasiliensis*, *C. lanceolatum*, *R. coriacea* and *L. undulata* have grains 3-colpate, with radial symmetry, isopolar (except *R. coriacea*, apolar), average size (except *M. brasiliensis*, small, *C. lanceolatum* and *R. coriacea*, large). The species *M. schottiana*, *P. corcovadensis* and *H. farinosa* have grains 1-aperturated, with bilateral symmetry, heteropolar, average size (small in *P. corcovadensis*, large in *H. farinosa*). The exine of the species was clavate, reticulate, scabrate, pilate and spiculate. Data add to the palynological knowledge.

Keywords: characterization; Palynology; pollen.

Recebido em: 10 abr. 2019

Aceito em: 16 maio 2019

¹ Departamento de Ciências Biológicas, Universidade da Região de Joinville (Univille), Rua Paulo Malschitzki, n. 10, Zona Industrial – CEP 89219-710, Joinville, SC, Brasil.

² Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³ Autor para correspondência: gabriel_schroeder@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

O bioma mata atlântica inclui diversas fitofisionomias ao longo da costa brasileira, entre as quais áreas florestadas (floresta ombrófila densa – FOD, denominada geralmente apenas mata atlântica) e áreas abertas, tais como formações marinhas, restingas e mangues (VELOSO *et al.*, 1991). Em termos de estrutura da vegetação, verifica-se uma transição das fisionomias de restinga, de formações herbáceas até arbustivas e florestais, desde as áreas mais interiores da planície costeira até a região pós-praia (SCHÄFFER & PROCHNOW, 2002). No estado de Santa Catarina, a FOD e a restinga ocorrem ao longo de toda a faixa litorânea e, na região norte, no lado leste da Ilha de São Francisco do Sul e no contorno da Baía da Babitonga, entremeiam-se com manguezais até a divisa com o estado do Paraná (FALKENBERG, 1999).

A palinologia constitui uma ferramenta útil em estudos taxonômico-filogenéticos e de rastreamento vegetacional, entre outros atributos, além de contribuir com o conhecimento sobre a morfologia botânica. Trabalhos de palinologia para as formações de Planície Quaternária nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil foram desenvolvidos para o estado do Rio de Janeiro (MENDONÇA & GONÇALVES-ESTEVEES, 2000; GONÇALVES-ESTEVEES & MENDONÇA, 2001; GONÇALVES-ESTEVEES *et al.*, 2007; BATISTA-FRANKLIM & GONÇALVES-ESTEVEES, 2008; LUCAS *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2010), para o estado de São Paulo (ABSY, 1975; CRUZ-BARROS *et al.*, 2006), para o Rio Grande do Sul (CORDEIRO, 1991; GARCIA, 1994; NEVES & LORSCHETTER, 1995; NEVES, 1998; NEVES *et al.*, 2003; BAUERMANN, 2003) e para Santa Catarina (LIMA, 2010; CANCELLI *et al.*, 2012; KUHN, 2016), entre outros.

Há escassez de pesquisas sobre morfologia polínica de espécies de formações de floresta ombrófila densa de terras baixas, restinga (restinga herbáceo-arbustiva e restinga arbóreo-arbustiva) e manguezais em Santa Catarina. Nesse contexto, foi realizado o estudo palinológico das seguintes espécies: *Ilex pseudobuxus* Reissek (Aquifoliaceae), *Erythroxylum ambiguum* Peyr. (Erythroxylaceae), *Heliconia farinosa* Raddi (Heliconiaceae), *Mollinedia schottiana* (Spreng.) Perkins (Monimiaceae), *Myrcia brasiliensis* Kiaersk. (Myrtaceae), *Piper corcovadensis* (Miq.) C.DC. (Piperaceae), *Coccocypselum lanceolatum* (Ruiz & Pav.) Pers. (Rubiaceae), *Rudgea coriacea* (Spreng.) K. Schum. (Rubiaceae) e *Lantana undulata* Schrank (Verbenaceae).

MATERIAL E MÉTODOS

LOCAL DE ESTUDO

A porção insular da Ilha de São Francisco do Sul, voltada ao Oceano Atlântico, tem clima do tipo Koppen Cfa, com temperaturas médias anuais de 20,6°C e precipitação de 1.857,68 mm/ano (sendo janeiro, fevereiro e março os meses mais chuvosos, e maio, junho, julho e agosto, os menos chuvosos), com umidade relativa do ar consideravelmente alta. O relevo é, em grande parte, plano, porém com algumas ondulações e poucos morros, que não ultrapassam muito os 200 metros, e inclui os recursos hídricos do Rio Acaraí, da Lagoa do Acaraí, da Lagoa do Capivaru e do Rio Perequê.

As espécies botânicas analisadas são ocorrentes em restinga (restinga herbáceo-arbustiva e restinga arbóreo-arbustiva), na porção insular da Ilha de São Francisco do Sul, voltada ao Oceano Atlântico.

O estudo ocorreu no período de junho de 2017 a julho de 2018.

METODOLOGIA

As nove espécies (figura 1) foram verificadas em floração e fotografadas para identificação, com auxílio de especialistas do Herbário Joinvillea, de Joinville (SC), e do Herbário do Museu Botânico Municipal de Curitiba (PR). A nomenclatura das espécies acompanha a publicação do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ, 2019). Para a análise polínica, foram acetolisados os

grãos de pólen (ERDTMAN, 1960); para grãos de pólen frágeis, em alguns casos, recorreu-se ao processo de acetólise láctica de Raynal & Raynal (1971).

Os grãos de pólen acetolisados foram montados em lâminas delgadas (cinco lâminas por espécie) e, em seguida, observados e fotografados em microscópio de luz (ML) (400x), com utilização do software Dino-Eye capture 2.0. Foram realizadas medidas em micrômetros (μm) de cada grão de pólen (25 repetições de cada medida, por espécie) por meio de objetiva micrometrada, do diâmetro equatorial, diâmetro polar e espessura da exina. Tabularam-se as medidas (Microsoft Excel) e geraram-se dados de média aritmética (\bar{X}), faixa de tamanho ($X_{\text{mín}}$ - $X_{\text{máx}}$) e desvio padrão da média.



Figura 1 – Imagens das espécies em floração em São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil: a) *Ilex pseudobuxus*; b) *Erythroxylum ambiguum*; c) *Myrcia brasiliensis*; d) *Coccocypselum lanceolatum*; e) *Rudgea coriacea*; f) *Lantana undulata*; g) *Mollinedia schottiana*; h) *Piper corcovadensis*; i) *Heliconia farinosa*.

Os grãos de pólen foram observados em microscopia eletrônica de varredura (MEV) na unidade de microscopia da Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) após preparação com acetólise (sem acetólise para *I. pseudobuxus* e *R. coriacea*). Os grãos de pólen foram subsequentemente espalhados pela superfície de uma lamínula, esta colocada sobre fita dupla face de carbono, previamente aderida a suporte próprio, e numerados. Posteriormente, as amostras foram metalizadas com uma fina camada de ouro-paládio por cerca de três minutos, submetidas a análise e fotografadas.

As descrições de características dos grãos de pólen foram dadas por tamanho, tipo de abertura, âmbito, simetria, unidade polínica, forma, ornamentação e polaridade, segundo Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007).

MATERIAL EXAMINADO E AMBIENTE DAS ESPÉCIES

Aquifoliaceae

Ilex pseudobuxus Reissek – **BRASIL. Santa Catarina:** São Francisco do Sul, 23.XI.2017, G. R. Schroeder, N. P. Vieira Júnior. (RAA e FODTB).

Erythroxylaceae

Erythroxylum ambiguum Peyr. – **BRASIL. Santa Catarina:** São Francisco do Sul, 25.X.2017, G. R. Schroeder, N. P. Vieira Júnior. (RAA e FODTB).

Heliconiaceae

Heliconia farinosa Raddi – **BRASIL. Santa Catarina:** São Francisco do Sul, 28.VI.2017, G. R. Schroeder, N. P. Vieira Júnior. (FODTB).

Monimiaceae

Mollinedia schottiana (Spreng.) Perkins – **BRASIL. Santa Catarina:** São Francisco do Sul, 27.IX.2017, G. R. Schroeder, N. P. Vieira Júnior. (FODTB).

Myrtaceae

Myrcia brasiliensis Kiaersk. – **BRASIL. Santa Catarina:** São Francisco do Sul, 07.II.2018, G. R. Schroeder, N. P. Vieira Júnior. (RAA e FODTB).

Piperaceae

Piper corcovadensis (Miq.) C.DC. – **BRASIL. Santa Catarina:** São Francisco do Sul, 31.VIII.2017, G. R. Schroeder, N. P. Vieira Júnior. (FODTB).

Rubiaceae

Coccocypselum lanceolatum (Ruiz & Pav.) Pers. – **BRASIL. Santa Catarina:** São Francisco do Sul, 23.XI.2017, G. R. Schroeder, N. P. Vieira Júnior. (FODTB).

Rudgea coriacea (Spreng.) K.schum. – **BRASIL. Santa Catarina:** São Francisco do Sul, 11.X.2017, G. R. Schroeder, N. P. Vieira Júnior. (FODTB).

Verbenaceae

Lantana undulata Schrank – **BRASIL. Santa Catarina:** São Francisco do Sul, 11.X.2017, G. R. Schroeder, N. P. Vieira Júnior. (RHA e RAA).

RESULTADOS

Os grãos apresentaram-se com três e com uma abertura. Os dados referentes aos grãos com três aberturas encontram-se na tabela 1 e na figura 2. Os dados concernentes aos grãos com uma abertura estão na tabela 2 e na figura 3. Para algumas espécies, em virtude da forma dos grãos, não há imagens em uma das vistas.

Tabela 1 – Dados morfológicos dos grãos de pólen triaperturados. Todas as medidas são dadas em μm . Apresentação dos dados: (máxima) média (mínima) (desvio padrão).

| N | Espécies | Diâmetro equatorial (E) | Diâmetro polar (P) | Espessura da exina | Ornamentação da exina |
|---|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 1 | <i>Ilex pseudobuxus</i> | (29,85) 26,74 (23,99) (1,218) | (27,13) 24,08 (21,247) (1,627) | (2,558) 1,877 (1,292) (0,304) | Clavada |
| 2 | <i>Erythroxylum ambiguum</i> | (38,27) 31,69 (28,78) (2,053) | (38,07) 31,53 (28,04) (2,167) | (2,946) 2,225 (1,655) (0,324) | Reticulada |
| 3 | <i>Myrcia brasiliensis</i> | (23,21) 21,48 (20,19) (0,776) | (16,53) 14,77 (12,36) (1,234) | (2,311) 1,734 (1,065) (0,362) | Escabrada |
| 4 | <i>Coccocypselum lanceolatum</i> | (69,61) 60,88 (62,42) (4,928) | (60,94) 53,02 (40,68) (5,135) | (3,910) 3,230 (2,558) (0,398) | Pilada |
| 5 | <i>Rudgea coriacea</i> | (98,68) 85,31 (76,79) (5,861) | (92,46) 81,36 (73,60) (4,983) | (2,924) (2,609) 2,020 (0,199) | Espiculada |
| 6 | <i>Lantana undulata</i> | (37,66) 25,83 (16,64) (4,522) | (36,38) 27,15 (17,13) (5,070) | (3,238) 2,196 (1,655) (0,333) | Escabrada |

As espécies 1 a 5 apresentaram grãos em mônades, com simetria radial e isopolares, sendo apolares em *Rudgea coriacea*.

O grão de pólen de *I. pseudobuxus* é tricolporado, com âmbito subcircular, forma oblato-esferoidal, tamanho médio e exina clavada com clavas de diferentes tamanhos.

O grão de pólen de *E. ambiguum* é tricolporado, com endocíngulo, poro lalongado, âmbito subcircular, forma prolato-esferoidal, tamanho médio e exina reticulada.

O grão de pólen de *M. brasiliensis* é tricolporado, com âmbito subtriangular, forma oblato, tamanho pequeno e exina escabrada granulosa.

O grão de pólen de *C. lanceolatum* é tricolporado, ângulo-aperturado, ectoaberturas com extremidades afiladas e endoaberturas lalongadas, com fastígio, tamanho grande, apocolpo muito grande, âmbito circular, forma suboblato e exina pilada. Os grãos são provenientes de flores brevistilas.

O grão de pólen de *R. coriacea* é de tamanho grande, forma prolato-esferoidal, com aberturas esparsas não organizadas e pobremente desenvolvidas, âmbito circular, exina perfurada em microrretículo e com ornamentação de espinhos com pontas arredondadas. As flores são brevistilas.

O grão de pólen de *L. undulata* é tricolporado, parassincolpado, com âmbito subcircular, forma prolato-esferoidal, tamanho médio e exina escabrada. Foram visualizados corpos de Ubish.

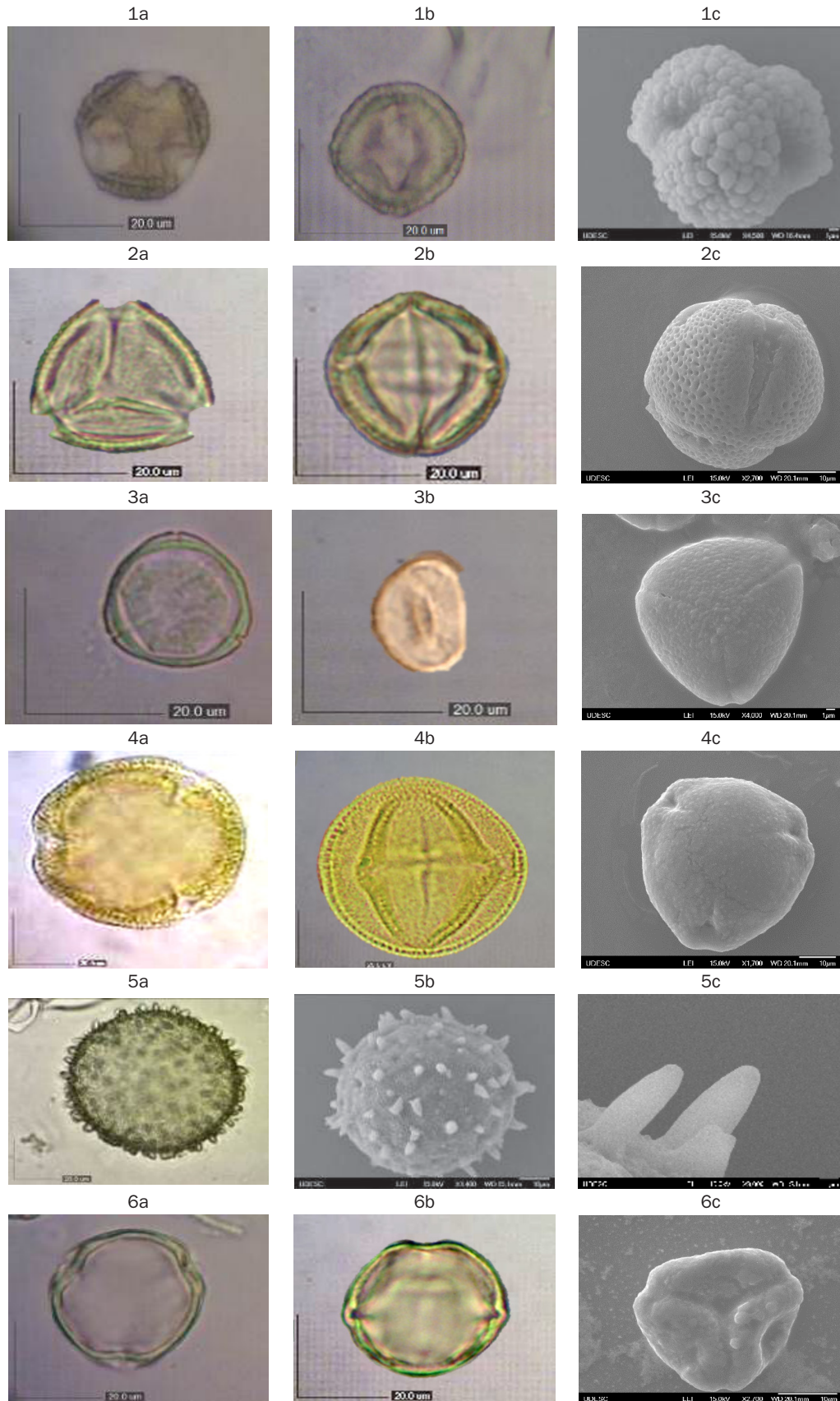


Figura 2 – Imagens dos grãos de pólen das espécies de São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil (imagens à esquerda – vista polar em ML; imagens do meio – vista equatorial em ML; imagens à direita – MEV. Para *Rudgea coriacea*: imagem à esquerda – ML; imagem do meio – MEV; imagem à direita – MEV/ ornamentação de exina): 1a-1c) *Ilex pseudobuxus*; 2a-2c) *Erythroxylum ambiguuum*; 3a-3c) *Myrcia brasiliensis*; 4a-4c) *Coccocypselum lanceolatum*; 5a-5c) *Rudgea coriacea*; 6a-6c) *Lantana undulata*.

As espécies 7 a 9 apresentaram grãos em mônades, com simetria bilateral e heteropolares.

O grão de pólen de *Mollinedia schottiana* é de tamanho médio, forma elipsoidal (em vista equatorial), âmbito subcircular, catazonasulculado com faixa de abertura psilada e exina granulada.

O grão de pólen de *Piper corcovadensis* é de tamanho pequeno, forma elipsoidal (em vista polar distal) e plano-convexa (em vista equatorial transversal), colpado (*sulcus*), com membrana da abertura psilada e exina reticulada homobrocada.

O grão de pólen de *Heliconia farinosa* é de tamanho grande, heteropolar, forma plano-convexa (em vista equatorial lateral), âmbito circular, colpado (*sulcus*), membrana da abertura ornamentada e exina granulada.

Tabela 2 – Dados morfológicos dos grãos de pólen 1-aperturados. Todas as medidas são dadas em μm . Apresentação dos dados: (máxima) média (mínima) (desvio padrão).

| N | Espécies | Diâmetro maior | Diâmetro menor | Espessura da exina (ex.) | Ornamentação da exina |
|---|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| 7 | <i>Mollinedia schottiana</i> | (39,73) 34,79 (30,25) (2,157) | (28,36) 25,18 (18,19) (2,126) | (2,382) 1,719 (1,034) (0,409) | Granulada |
| 8 | <i>Piper corcovadensis</i> | (10,23) 8,937 (7,313) (0,849) | (13,91) 12,38 (10,32) (0,824) | (1,572) 1,105 (0,578) (0,232) | Reticulada homobrocada |
| 9 | <i>Heliconia farinosa</i> | (79,29) 68,08 (45,60) (8,676) | (74,67) 53,89 (36,05) (10,38) | (4,651) 3,122 (1,968) (0,735) | Granulada |

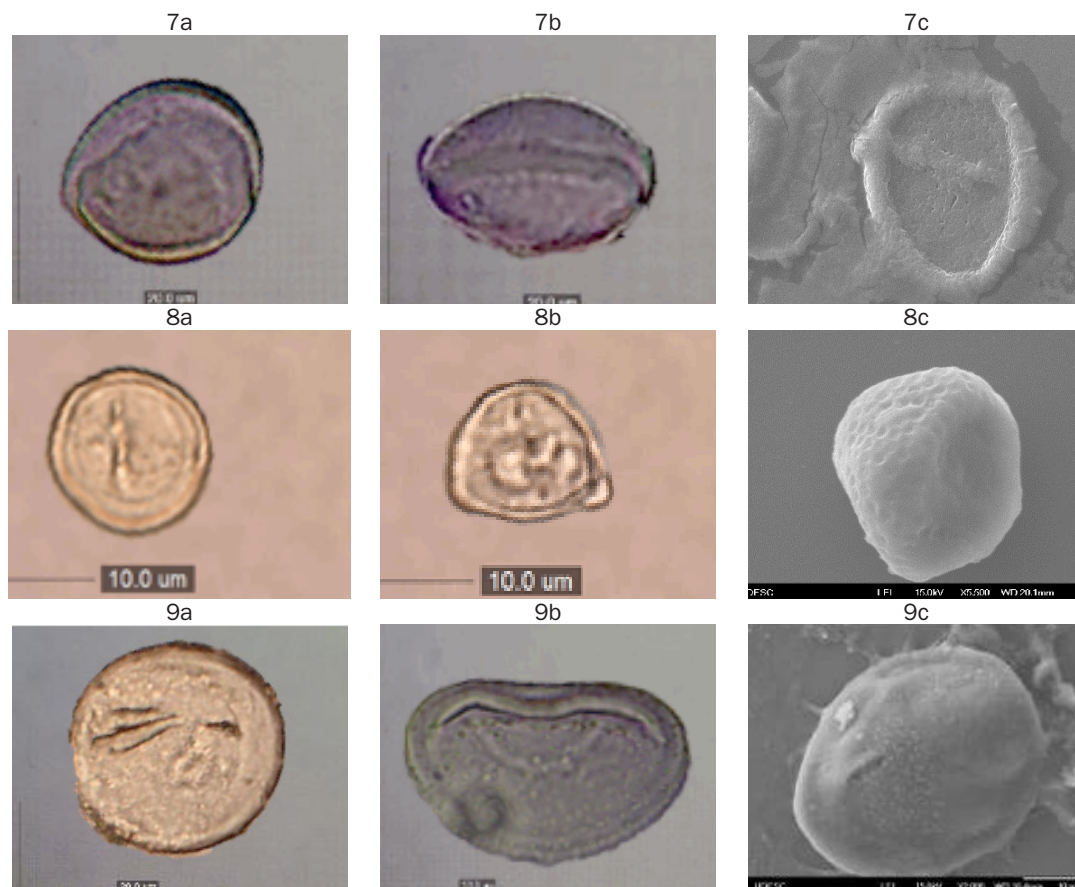


Figura 3 – Imagens dos grãos de pólen das espécies de São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil: 7a-7c) *Mollinedia schottiana* (imagem à esquerda – vista polar oblíqua em ML; imagem do meio – vista equatorial em ML; imagem à direita – MEV); 8a-8c) *Piper corcovadensis* (imagem à esquerda – vista polar distal em ML; imagem do meio – vista equatorial transversal em ML; imagem à direita = MEV); 9a-9c) *Heliconia farinosa* (imagem à esquerda – vista polar em ML; imagem do meio – vista equatorial lateral em ML; imagem à direita – MEV).

DISCUSSÃO

ESPÉCIES 3-APERTURADAS

Para *I. pseudobuxus*, não há descrições na literatura. Takeda *et al.* (2000) reportam para *I. paraguariensis* tamanho pequeno (aqui pequeno a médio). Cruz-Barros *et al.* (2006) relatam para *I. dumosa* e *I. integerrima* âmbito circular (aqui subcircular) e forma, respectivamente, prolato-esferoidal e subprolato (aqui oblato-esferoidal), sendo os outros dados iguais aos do presente trabalho. Halbritter (2016b) descreveu para a espécie *I. aquifolium* forma esferoidal (aqui oblato-esferoidal) e âmbito circular (aqui subcircular), sendo os outros dados iguais aos do presente estudo. Costa *et al.* (2018) citam para *I. paraguariensis* e *I. brevicuspis* tamanho, respectivamente, pequeno a médio e pequeno (aqui pequeno a médio). Todos os autores citados mencionam a ornamentação da exina clavada como no presente trabalho.

Para *E. ambiguum*, não há dados na literatura. Segundo a Rede de Catálogos Polínicos Online (RCPol, 2016), a espécie *E. suberosum* tem forma subprolato (aqui forma prolato-esferoidal), tamanho grande (aqui médio), âmbito subtriangular (aqui subcircular), ornamentação da exina reticulada (tal como no presente trabalho), não sendo mencionados o endocíngulo e o poro lalongado aqui encontrados.

Para *M. brasiliensis*, não há dados na literatura. A RCPol (2016) e Ybert *et al.* (2018) trazem dados para *M. guianensis*, *M. hartwegiana*, *M. multiflora*, *M. selloi*, *M. uberavensis* e *M. communis* e especificam que o tamanho dos grãos é pequeno (exceto *M. uberavensis*, que é médio), de forma peroblato (exceto *M. uberavensis* e *M. communis*, que são oblatos, tal como no presente trabalho), tricolporados (*M. selloi*, *M. uberavensis*, *M. communis*, tal como no presente trabalho) ou 3-4 colporados (*M. guianensis*, *M. hartwegiana*, *M. multiflora*), com fastígio em *M. uberavensis* (tal como no presente trabalho), sendo o poro circular (*M. guianensis*, *M. selloi*, *M. uberavensis*, tal como no presente trabalho) ou lalongado (*M. hartwegiana*, *M. multiflora*, *M. communis*), o âmbito triangular (*M. guianensis*, *M. selloi*, *M. uberavensis*) ou triangular-quadrangular (*M. hartwegiana*, *M. multiflora*, *M. communis* – aqui subcircular), a ornamentação de exina perfurada (*M. guianensis*, *M. uberavensis*) ou microrreticulada (*M. hartwegiana*, *M. multiflora*, *M. selloi*) ou ainda escabrada granulosa (*M. communis*, tal como no presente trabalho).

Jung-Mendaçolli & Melhem (1995) relatam que a espécie *C. lanceolatum* mostra diferenças de forma para o grão de pólen entre as variantes brevistila (B) e longistila (L), que são, respectivamente, suboblato (o caso do presente trabalho) e oblato-esferoidal, sendo a exina pilada em ambos os casos (tal como aqui). As autoras verificaram que o diâmetro equatorial (em vista equatorial) é 36 µm em L e 34 µm em B (aqui 60,88 µm), o diâmetro polar (em vista equatorial) é 30,5 µm em L e 28,2 µm em B (aqui 53,02 µm) e a exina é 2,9 µm em L e 3,1 µm em B (aqui 3,230 µm). Portanto, os dados obtidos no presente trabalho evidenciam grãos de tamanho grande, enquanto as referidas autoras reportam tamanho médio. Segundo Darwin (1877), F. Müller estudou uma espécie não determinada de *Coccocypselum* e não encontrou diferenças no tamanho dos grãos de pólen das formas brevistila e longistila. Por outro lado, Consolaro (2008) afirma que alguns gêneros de Rubiaceae são completamente distílicos, tal como *Coccocypselum*, citando especificamente *C. lanceolatum* como monomórfica longistila nas populações que estudou. Os dados obtidos no presente trabalho, entretanto, provêm de flores brevistilas.

Para *R. coriacea*, não há dados na literatura. Darwin (1877) diz que Fritz Müller citou *R. eriantha* Benth. (agora conhecida como *R. coriacea* (Spreng.) K. Sch.) como espécie heterostílica (MÜLLER, 1869). Entretanto, conforme Baker (1956), Müller teria citado como espécie heterostílica *Faramea* sp. Em vista desses fatos, Baker reexaminou o material botânico referido e relata que a espécie estudada por Müller é, na realidade, *R. jasminoides* (Cham.) Müll. Müller menciona para a espécie que estudou grãos de pólen espiculados provenientes de flores brevistilas e grãos psilados de flores longistilas. Em alogamia (reprodução sexuada), como um mecanismo de autoincompatibilidade para evitar autopolinização, um dos meios é a heterostilia, sendo a distilia uma de suas expressões, a qual constitui uma estratégia reprodutiva que inclui a existência de

dois morfos florais (flores longistílicas e brevistílicas) produzidos em indivíduos distintos (JUNG-MENDAÇOLLI & MELHEM, 1994). De modo geral, somente a polinização entre flores longistílicas e brevistílicas conduz à frutificação (TEIXEIRA & MACHADO, 2004). Em plantas heterostílicas, além do dimorfismo do estilo e do estigma, há o dimorfismo do pólen (PING & JOHNSTON, 2001). O dimorfismo do tamanho do grão de pólen, entre flores brevistílicas e longistílicas, foi frequentemente reportado como sendo de grãos de pólen grandes nas anteras altas de formas brevistílicas e grãos de pólen pequenos nas anteras baixas de formas longistílicas (DULBERGER, 1992). As diferenças morfométricas entre os grãos de pólen de flores distílicas de *Rudgea* foram justificadas por Darwin (LANKESTER, 1896) como necessárias para que houvesse um maior armazenamento de reservas nos grãos de flores brevistílicas, para o crescimento do tubo polínico nos longos estiletos das flores longistílicas. Köhler (1976), por sua vez, especulou que a superfície espiculosa dos grãos de pólen de flores brevistílicas diminuiria a perda de pólen dos estames projetantes das flores longistílicas e melhoraria a adesão dos grãos de pólen ao estigma. Ganders (1979) e Dulberger (1992) afirmam que a produção de grãos de pólen é, geralmente, maior nas flores longistílicas e que essa diferença existe como um modo de compensar o fluxo assimétrico de pólen entre as formas florais, dado que o estigma de flores brevistílicas, estando dentro do tubo da corola, estaria menos exposto, havendo necessidade de as flores longistílicas produzirem maior quantidade de grãos. Por outro lado, para Webb & Lloyd (1986), o dimorfismo polínico pode estar associado à heterostilia, atuando como um mecanismo de dioécia funcional, com o pólen inaperturado (ou pólen com aberturas pobremente desenvolvidas) produzido por flores femininas e o pólen tricolporado produzido por flores masculinas. Dessein *et al.* (2005) afirmam que, em algumas espécies de *Rudgea* Salisb., entre outras espécies de Rubiaceae, as aberturas parecem estar ausentes, não estando claro se o grão de pólen é realmente inaperturado ou omniaperturado. De acordo com Consolaro (2008), alguns gêneros de Rubiaceae são completamente distílicos, citando *Rudgea*. No presente trabalho, para tal espécie, foi encontrado apenas pólen espiculado, de tamanho grande, que remete a um tipo brevistílico.

Para *L. undulata*, não há descrições na literatura. Munsif *et al.* (2007) mencionam para *L. indica* âmbito semiangular (aqui circular), forma subprolato (aqui esferoidal), exina com espessura de 2,5 μm (aqui 2,196 μm), reticulada (aqui escabrada). Halbritter & Weis (2015) referem para *L. camara* forma esferoidal (aqui prolato-esferoidal), âmbito circular (aqui subcircular), ornamentação da exina psilada perfurada (aqui escabrada) e corpos de Ubish presentes (aqui também verificados).

ESPÉCIES 1-APERTURADA

Para *M. schottiana*, Barth (1962) descreveu grãos de tamanho médio (tal como aqui), esferoidais (aqui subcirculares), que tendem a ser elipsoidais por causa de um ligeiro achatamento ao longo do eixo polar (tal como aqui), subisopolares (aqui heteropolares), de exina muito delgada e com a superfície finamente granulada (tal como aqui), sem aberturas, com faixa subequatorial totalmente desprovida de ornamentação, completamente lisa (aqui grão catazonasulculado com faixa de abertura psilada). De acordo com Walker (1974), micrografias em microscópio eletrônico de transmissão (TEM) de *Mollinedia* mostraram que a faixa é composta de ectexina e endexina, enquanto o resto da parede do grão de pólen é constituído inteiramente de endexina. Assim, embora a área da faixa deva ser designada morfologicamente como a abertura (pelo menos a partir de estudos somente em ML), na realidade toda a superfície dos grãos de pólen funciona como abertura (pelo menos em termos de ser composta de endexina mais do que de ectexina). Scherer *et al.* (2011) referem para *M. ovata* tamanho pequeno a médio (aqui médio), em termos de abertura grãos catazonasulculados com abertura em forma de faixa psilada (tal como no presente trabalho), espessura da exina 1 μm (aqui 1,719 μm), ornamentação da exina rugulada (aqui granulada). Ybert *et al.* (2018), analisando *M. glabra* (Spreng.) Perkins, relatam um colpo com margem granulosa (aqui psilada), tamanho muito pequeno (aqui médio), âmbito subcircular a sub-retangular (aqui subcircular), exina fina escabrada (aqui granulada), contorno meridional elipsoidal a semicircular com face distal convexa e face proximal plana (aqui a forma dos grãos em vista equatorial é elipsoidal). Walker (1974) explica o tipo de abertura no gênero *Mollinedia* como uma transição de

tipos evolutivos, de grão (primário) inaperturado a grão (secundário) catazonasulculado, o qual tem uma abertura rodeante em forma de faixa, que parece estar à volta do polo proximal, sendo mais provável que o pólen catazonasulculado, único desse gênero, tenha evoluído secundariamente a partir de táxons ancestrais com polens inaperturados, o que pode ser uma vantagem funcional em ambientes úmidos, pois, em pólen seco, o anel apertural está completamente fechado, mas, em domínio úmido ou muito úmido, ele se expande grandemente e o tubo polínico pode ser formado rapidamente e em qualquer parte nessa área. Segundo Hesse & Zetter (2005), grãos de pólen zonoaperturados (com abertura em forma de anel completo) evoluíram independentemente em muitos gêneros de famílias de angiospermas basais (Nymphaeaceae, Eupomatiaceae, Annonaceae, Monimiaceae, Atherospermataceae) e de monocots (Araceae, Iridaceae, Laxmanniaceae, Areaceae e Rapateaceae).

Para *P. corcovadensis*, não há descrições. Halbritter & Buchner (2016), Halbritter & Berger (2016; 2018a, b) e Halbritter & Weber (2017) reportam para as espécies *P. aduncum*, *P. auritum*, *P. cernuum*, *P. curtispicum*, *P. geniculatum*, *P. kadzura*, *P. nigrum* e *P. nudifolium* grãos de pólen pequenos e heteropolares (tal como aqui), esferoidais (aqui, em vista equatorial transversal, plano-convexa), com âmbito circular (aqui, em vista polar distal, elipsoidal), sulcados (tal como aqui), com membrana da abertura ornamentada (aqui psilada), sendo a exina das mencionadas espécies microequinada ou microverrucada, perfurada ou não (aqui reticulada homobrocada).

Para *H. farinosa*, Santos (1978) descreveu grãos radialmente simétricos (aqui com simetria bilateral), heteropolares (tal como aqui), grãos oblato-esferoidais (aqui a forma dos grãos, em vista equatorial lateral, é convexa plana, e o âmbito, circular), de tamanho grande (tal como aqui), exina com espessura de 3,90 μm (aqui 3,122 μm), com sexina baculada e nexina delgada (aqui exina granulada). A referida autora diz que, em *Heliconia*, há raros vestígios de uma abertura distal simples, no entanto, em *H. lacletteana* e em *H. laneana* var. *laneana*, encontrou uma abertura que parecia intermediária entre os tipos monossulcado e diulcado, constituída por um pseudossulco, formado por uma invaginação da exina, trazendo um poro em cada extremidade (aqui foi visualizada uma configuração semelhante em vista polar, visível na figura 3 / 9a). A autora encontrou em *H. farinosa* grãos germinando sem haver aberturas aparentes, tendo observado apenas a formação de invaginações da exina, semelhantes a poros, onde irrompe o tubo polínico. Kress (1986) cita Heliconiaceae com um grupo em que há uma exina reduzida e uma intina expandida e estruturada, sendo essa estruturação distribuída por toda a superfície do grão de pólen, não tendo tais grãos uma área distinta de abertura, sendo assim denominados inaperturados. Entretanto, segundo o mesmo autor, como a parede inteira desses grãos tem a mesma estruturação das áreas aperturais dos grãos convencionais, vem sendo sugerido que os grãos sejam omniaperturados, ou seja, o tubo polínico é capaz de germinar em qualquer ponto da superfície do grão, já que, em termos de função, a esporoderme inteira é uma abertura, o que concorda com os dados mencionados de Santos (1978). Kress et al. (1978) haviam afirmado que esses grãos são funcionalmente monoaperturados, com o tubo polínico sempre emergindo no polo distal. Por outro lado, Rose & Barthlott (1995) afirmam, para *H. aurantiaca* Ghiesbr. ex Lem., *H. collinsiana* Griggs e *H. psittacorum* L.f. var. *subulata* (Ruiz & Pav.) Baker, que os grãos de pólen são esferoidais em vista polar mas assimétricos, oblatos a esferoidais em vista lateral, ulcerados (*ulcus*), com ornamentação da exina restrita a espículos muito pequenos. Recentemente, Halbritter (2016a) e Halbritter & Buchner (2016a, b) relataram para *H. angusta*, *H. rostrata* e *H. stricta* grãos grandes, heteropolares, com âmbito circular (tal como aqui), abertura 1-ulcado, exina psilada-microequinada (aqui granulada), com membrana de abertura ornamentada (tal como aqui). Esses dados sugerem mais estudos para o gênero *Heliconia*.

O presente trabalho traz uma contribuição ao conhecimento palinológico de espécies de floresta ombrófila densa e de restinga.

AGRADECIMENTOS

À Área de Pesquisa da Univille a concessão do projeto de iniciação científica. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) a bolsa de iniciação científica concedida ao segundo autor (processo 160951/2018-6). À Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) a utilização do microscópio eletrônico de varredura. Ao Herbário Curitiba a identificação do material de estudo. Ao Herbário Joinvillea o empréstimo de exsicatas.

REFERÊNCIAS

- Absy, M. L. Pólen e esporos do Quaternário de Santos (Brasil). *Hoehnea*. 1975; 5: 1-26.
- Baker, H. G. Pollen dimorphism in the Rubiaceae. *Evolution*. 1956; 10: 23-31.
- Barth, O. M. Catálogo sistemático dos polens das plantas arbóreas do Brasil meridional. II. Monimiaceae e Dilleniaceae. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 1962; 60: 405-420.
- Barth, O. M. & T. S. A. Melhem. *Glossário ilustrado de Palinologia*. Campinas: Editora da Unicamp; 1988. 75 p.
- Batista-Franklin, C. P. R. & V. Gonçalves-Esteves. Palinologia de espécies de *Solanum* L. (Solanaceae A. Juss.) ocorrentes nas restingas do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 2008; 22(3): 782-793.
- Bauermann, S. G. Análises palinológicas e evolução paleovegetacional das turfeiras de Barrocas e Águas Claras, planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil [Tese de Doutorado]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2003.
- Cancelli, R. R.; P. A. de Souza & P. C. P. das Neves. Fungos, criptógamas e outros palinóforos holocênicos (7908±30 anos AP-atual) da Planície Costeira sul-catarinense, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 2012; 26(1): 20-37.
- Consolaro, H. N. A distília em espécies de Rubiaceae do bioma Cerrado [Tese de Doutorado]. Brasília: Universidade de Brasília; 2008.
- Cordeiro, S. H. Palinologia de sedimentos da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil [Dissertação de Mestrado]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1991.
- Costa, A. T. B., P. H. A. A. Souza & L. G. Temponi. Análise de caracteres morfológicos do grão de pólen de espécies de *Ilex* L. (Aquifoliaceae) para a caracterização taxonômica do gênero. In: *Anais do 4.º EAICTI – Encontro Anual de Inovação Científica, Tecnológica e Inovação*. Cascavel; 2018.
- Cruz-Barros, M. A. V.; A. M. S. Corrêa & H. Makino-Watanabe. Estudo polínico das espécies de Aquifoliaceae, Euphorbiaceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Phytolaccaceae e Portulacaceae ocorrentes na restinga da Ilha do Cardoso (Cananeia, SP, Brasil). *Revista Brasileira de Botânica*. 2006; 29(1): 145-162.
- Cruz-Barros, M. A. V., A. M. S. Corrêa, E. C. Gasparino & V. B. Paes. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Família: 90-Melastomataceae. *Hoehnea*. 2006; 34: 531-552.
- Darwin, C. R. *The different forms of flowers on plants of the same species*. London: John Murray, Albemarle Street; 1877. 105 p.
- Dessein, S., H. Ochoterena, P. de Block, F. Lens, E. Robbrecht, P. Schols, E. Smets, S. Vinckier & S. Huysmans. Palynological characters and their phylogenetic signal in Rubiaceae. *The Botanical Review*. 2005; 71(3): 354-414.
- Dulberger, R. Floral polymorphisms and their functional significance in the heterostylous syndrome. In: Barrett, S. C. H. (Ed.). *Evolution and function of heterostyly*. Berlin/Heidelberg/New York: Springer; 1992. p 41-84.
- Erdtman, G. The acetolysis method, a revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*. 1960; 54: 561-564.
- Falkenberg, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Insula*. 1999; 28: 1-30.
- Fernandes, A. *Fitogeografia brasileira: províncias florísticas*. Fortaleza: Realce; 2006. 202 p.
- Ganders, F. R. The biology of heterostyly. *New Zealand Journal of Botany*. 1979; 17: 607-635.
- Garcia, M. J. Palinologia de turfeiras quaternárias do médio vale do Rio Paraíba do Sul, estado de São Paulo [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1994.
- Gonçalves-Esteves, V. & C. B. F. Mendonça. Estudo polínico em plantas de restinga do estado do Rio de Janeiro: Clusiaceae Lindl. *Revista Brasileira de Botânica*. 2001; 24: 527-536.

- Gonçalves-Esteves, V., E. F. Soares Junior & C. B. F. Mendonça. Palinologia de espécies de Malpighiaceae Juss. ocorrentes nas restingas do estado do Rio de Janeiro. *Hoehnea*, 2007; 34(4): 519-529.
- Halbritter, H. *Heliconia rostrata*. 2016a. [Acesso em: 5 abr. 2019]. Disponível em: https://www.palдат.org/pub/Heliconia_rostrata/301195.
- Halbritter, H. *Ilex aquifolium*. 2016b. [Acesso em: 28 nov. 2018]. Disponível em: https://www.palдат.org/pub/Ilex_aquifolium/301517.jsessionid=DC69A69543489B42B5753223A26F5405.
- Halbritter, H. & A. Berger. *Piper aduncum*. 2018a. [Acesso em: 11 dez. 2018]. Disponível em: https://www.palдат.org/pub/Piper_aduncum/303305.
- Halbritter, H. & A. Berger. *Piper curtispicum*. 2016. [Acesso em: 5 abr. 2019]. Disponível em: https://www.palдат.org/pub/Piper_curtispicum/300541.
- Halbritter, H. & A. Berger. *Piper nudifolium*. 2018b. [Acesso em: 5 abr. 2019]. Disponível em: https://www.palдат.org/pub/Piper_nudifolium/303338.
- Halbritter, H. & B. Weis. *Lantana camara*. 2015. [Acesso em: 14 dez. 2018]. Disponível em: https://www.palдат.org/pub/Lantana_camara/300236.
- Halbritter, H. & M. Weber. *Piper nigrum*. 2017. [Acesso em: 5 abr. 2019]. Disponível em: https://www.palдат.org/pub/Piper_nigrum/302818.
- Halbritter, H. & R. Buchner. *Heliconia angusta*. 2016a. [Acesso em: 5 abr. 2019]. Disponível em: https://www.palдат.org/pub/Heliconia_angusta/302833.
- Halbritter, H. & R. Buchner. *Heliconia stricta*. 2016b. [Acesso em: 13 dez. 2018]. Disponível em: https://www.palдат.org/pub/Heliconia_stricta/302657.
- Halbritter, H. & R. Buchner. *Piper auritum*. 2016c. [Acesso em: 5 abr. 2019]. Disponível em: https://www.palдат.org/pub/Piper_auritum/302813.
- Halbritter, H. & R. Buchner. *Piper cernuum*. 2016d. [Acesso em: 5 abr. 2019]. Disponível em: https://www.palдат.org/pub/Piper_cernuum/302812.
- Halbritter, H. & R. Buchner. *Piper geniculatum*. 2016e. [Acesso em: 5 abr. 2019]. Disponível em: https://www.palдат.org/pub/Piper_geniculatum/302563.
- Halbritter, H. & R. Buchner. *Piper kadzura*. 2016f. [Acesso em: 5 abr. 2019]. Disponível em: https://www.palдат.org/pub/Piper_kadzura/302816.
- Hesse, M. & R. Zetter. Ultrastructure and diversity of recent and fossil zona-aperturate pollen grains. *Plant Systematics and Evolution*. 2005; 255 (3/4): 145-176.
- JBRJ – Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Flora do Brasil 2020 em construção. [Acesso em: 16 fev. 2019]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>.
- Jung-Mendaçolli, S. L. & T. S. Melhem. Flora fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil), 155-Rubiaceae. *Hoehnea*. 1994; 21(1-2): 97-129.
- Jung-Mendaçolli, S. L. & T. S. Melhem. Grãos de pólen de espécies heterostílicas de Rubiaceae. *Revista Brasileira de Botânica*. 1995; 18: 61-93.
- Köhler, E. Pollen dimorphism and heterostily in the genus *Waltheria* L. (Sterculiaceae). In: Ferguson, I. K. & J. Muller (Eds.). *The evolutionary significance of the exine*. London: Academic Press; 1976. p. 147-161.
- Kress, W. J. Exineless pollen structure and pollination systems of tropical *Heliconia* (Heliconiaceae). In: Blackmore, S. & I. K. Ferguson (Eds.). *Pollen and spores: form and function*. London: Academic Press; 1986. p. 329-345.
- Kress, W. J., D. E. Stone & S. C. Sellers. Ultrastructure of exine-less pollen: *Heliconia* (Heliconiaceae). *American Journal of Botany*. 1978; 65: 1.064-1.076.
- Kuhn, L. A. Palinologia de depósitos quaternários da planície costeira de Santa Catarina (Garopaba, Brasil) [Dissertação de Mestrado]. Porto Alegre: Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2016.
- Lankester, E. R. [Recollections of] Charles Robert Darwin. In: Warner, C. D. (Ed.). *Library of the world's best literature ancient and modern*. v. 2. New York: R. S. Peale & J. A.; 1896. p. 4.385-4.393.
- Lima, G. L. Estratigrafia e palinologia e depósitos turfosos e alúvio-colúviais quaternários no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e Planalto de São Bento do Sul, Santa Catarina [Tese de Doutorado]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2010.

- Lucas, F. C. A., L. M. M. Carreira, E. S. C. Gurgel & T. S. S. Gama. Pólen da vegetação de restinga de Algodoal/Maiandeuá, Pará, Brasil. III. Polygalaceae e Polygonaceae. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais. 2010; 5(3): 249-270.
- Magnago, L. F. S., S. V. Martins, C. E. G. R. Schaefer & A. V. Neri. Gradiente fitofisionômico-edáfico em formações florestais de restinga no sudeste do Brasil. Acta Botanica Brasilica. 2010; 24: 734-746.
- Mendonça, C. B. & V. Gonçalves-Esteves. Morfologia polínica de algumas espécies da tribo Vernonieae (Compositae Giseke) da Restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. Hoehnea. 2000; 27: 131-142.
- Müller, F. Ueber eine dimorphe *Faramea*. Botanische Zeitung. 1869; 27: 606-611.
- Munsif, S., M. A. Khan, M. Ahmad, M. Zafar, G. M. Shah & G. Yasmin. Comparative pollen studies of the genera *Lantana*, *Verbena* and *Vitex* of family Verbenaceae from Pakistan. International Journal of Agriculture and Biology. 2007; 9(4): 545-549.
- Neves, P. C. P. das. Palinologia de sedimentos quaternários no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil: Guaíba e Capão do Leão [Tese de Doutorado]. Porto Alegre: UFRGS; 1998.
- Neves, P. C. P. das & M. L. Lorscheitter. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa (Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil). Descrições taxonômicas – parte II: Gimnospermas e Angiospermas. Acta Geologica Leopoldensia. 1995; 41: 45-82.
- Neves, P. C. P. das, S. G. Bauermann & V. N. Kröeff. Catálogo de coberturas quaternárias no estado do Rio Grande do Sul (Guaíba e Capão do Leão), Brasil. Descrições taxonômicas – parte III: Magnoliophyta (Liliopsida) e Gymnospermae. Acta Geologica Leopoldensia. 2003; 56: 35-45.
- Ping, L. & M. O. Johnston. Comparative floral morphometrics of distyly in three evolutionary lineages of *Amsinckia* (Boraginaceae). Canadian Journal of Botany. 2001; 79: 1.332-1.348.
- Punt, W., S. Blackmore, S. Nilsson & A. Le Thomas. Glossary of pollen and spore terminology. Utrecht: L. P. P. Foundation; 2007. [Acesso em: 20 out. 2018]. Disponível em: <http://www.bio.uu.nl/~palaeo/glossary/glos-int.htm>.
- Raynal, J. & A. Raynal. Une technique de preparation des grains de pollen fragiles. Adansonia. 1971; 11(1): 77-79.
- RCPol – Rede de Catálogos Polínicos Online. 2016. [Acesso em: 10 dez. 2018]. Disponível em: <http://chaves.rcpol.org.br/>.
- Rose, M. J. & W. Barthlott. Pollen-connecting threads in *Heliconia* (Heliconiaceae). Plant Systematics and Evolution. 1995; 195(1/2): 61-65.
- Santos, E. Revisão das espécies do gênero *Heliconia* L. (Musaceae s. l.) espontâneas na região fluminense. Rodriguésia. 1978; 30(45): 99-221.
- Schäffer, W. B. & M. O. Prochnow. A mata atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira. Brasília: Apremavi; 2002. 156 p.
- Scherer, C., M. L. Absy & M. L. Lorscheitter. Pollen morphology of the species of Hernandiaceae, Monimiaceae and Siparunaceae from the Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brazil. Journal of Research in Biology. 2011; 7: 535-542.
- Silva, S. M. & R. M. Brites. A vegetação da planície costeira. In: Marques, M. C. M. & R. M. Brites (Eds.). História natural e conservação da Ilha do Mel. Curitiba: UFPR; 2005. p. 49-84.
- Silveira Júnior, C. E. A., M. D. Saba & J. G. Jardim. Pollen morphology of Rubiaceae Juss. species occurring in an area of caatinga (dryland) vegetation in Bahia State, Brazil. Acta Botanica Brasilica. 2012; 26(2): 444-455.
- Souza, M. A., C. B. F. Mendonça & V. Gonçalves-Esteves. Palinologia de espécies de Nyctaginaceae Juss. ocorrentes nas restingas do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Acta Botanica Brasilica. 2010; 24(1): 104-110.
- Takeda, I. J. M., P. V. Farago, M. K. F. Souza & V. V. Gelinski. Catálogo polínico do Parque Estadual de Vila Velha, Paraná – 1.ª parte. Arquivos de Ciência e Saúde Unipar. 2000; 7: 7-18.
- Teixeira, L. A. G. & I. C. Machado. *Sabicea cinerea* Aubl. (Rubiaceae): distília e polinização em um fragmento de floresta Atlântica em Pernambuco, Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Botânica. 2004; 27(1): 193-204.
- Veloso, H. P., A. L. R. Rangel Filho & J. C. A. Lima. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE; 1991. 112 p.
- Walker, J. W. Aperture evolution in the pollen of primitive angiosperms. American Journal of Botany. 1974; 61: 1.112-1.136.
- Webb, C. J. & D. G. Lloyd. The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in Angiosperms II. Hecogamy. New Zealand Journal of Botany. 1986; 24: 163-178.
- Ybert, J., M. A. Carvalho & R. Scheel-Ybert. Grãos de pólen de plantas vasculares dicotiledôneas do estado do Rio de Janeiro, Brasil. v. IV. Museu Nacional – Série Livros Digital 13. Rio de Janeiro: Museu Nacional; 2018. 236 p.