



PALINOMORFOS ESPOROPOLÍNICOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA SUL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

DÉBORA DINIZ

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Campus Carreiros, Av. Itália, km 8 Bairro Carreiros, Rio Grande, RS, Brasil.
dede.p.diniz@gmail.com

MARIANE CANDIDO

Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. Av. Unisinos, 950, Bairro Cristo Rei, São Leopoldo, RS, Brasil.
mari.fcandido@gmail.com

NICOLAI MIRLEAN

Laboratório de Oceanografia Geológica, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Campus Carreiros, Av. Itália km 8 Bairro Carreiros, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.
nicolaimirlean@yahoo.com

ABSTRACT – Pollen and spore palynomorph diversity on Rio Grande do Sul inner continental shelf, southern Brazil. The knowledge of modern pollen and spore morphology are very important to consistent palynomorph identifications and robust interpretations on past vegetation and climate change. The objective of this work was to describe pollen and spore palynomorph assemblage over Rio Grande do Sul inner continental shelf, to facilitate and improve palynomorph descriptions and interpretations. The Rio Grande do Sul coastal area is NE/SW oriented, extends for over 600 km, and has two inlets, Patos and Tramandaí lagoons. The water masses that influence this region are Subantarctic Shelf Water, Tropical Water and south Atlantic Central Water, beyond two freshwater sources, from Rio de la Plata estuary and Patos lagoon. The wind circulation there is strongly seasonal, predominantly NE during summer and SW during winter. The surface sediments were sampled in two sites: (i) 48 samples from Balneário Hermenegildo (REMPLOC Project) and (ii) 5 samples from ‘Amazônia Azul’ Project, at Patos lagoon inlet area. We have identified the following families: one family of Bryophyta: Anthocerothaceae; eight families of Pteridophyta: Blechnaceae, Cyatheaceae, Equisetaceae, Lycopodiaceae, Ophioglossaceae, Osmundaceae, Pteridaceae and Polypodiaceae; three families of Monocotyledons: Arecaceae, Cyperaceae and Poaceae; and seven families of Eudicotyledons: Amaranthaceae, Asteraceae, Betulaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Typhaceae and Verbenaceae. Almost all registered taxa represent the coastal vegetation from Rio Grande do Sul, except for Betulaceae (*Alnus*), representing montane forests, with anemophilous pollination and transported for long distances.

Keywords: pollen diversity, Quaternary, pollen description, Patos lagoon, continental shelf.

RESUMO – O conhecimento da morfologia de grãos de pólen e esporos modernos é muito importante para consistentes identificações e interpretações palinológicas sobre a vegetação pretérita e mudanças climáticas. O objetivo deste trabalho foi descrever o material esporopolínico recuperado de amostras superficiais da plataforma continental interna do Rio Grande do Sul, a fim de corroborar as interpretações em palinologia do Quaternário. A costa do Rio Grande do Sul possui orientação NE/SW, estendendo-se por mais de 600 km com duas desembocaduras: Lagoa dos Patos e Lagoa de Tramandaí. Esta região é influenciada pela Água Subantártica de Plataforma, Água Tropical e Água Central do Atlântico Sul, além de duas fontes de água doce, o aporte do Rio da Prata e da Lagoa dos Patos. A circulação atmosférica é fortemente sazonal, com predominância de ventos de nordeste durante o verão e de sudoeste durante o inverno. As amostras superficiais foram coletadas em duas áreas: (i) 48 amostras na região de Balneário Hermenegildo (Projeto REMPLAC) e (ii) cinco amostras na região de deságue da Lagoa dos Patos (Projeto ‘Amazônia Azul’). Os tipos esporopolínicos identificados foram: uma família de Bryophyta: Anthocerothaceae; oito famílias de Pteridophyta: Blechnaceae, Cyatheaceae, Equisetaceae, Lycopodiaceae, Ophioglossaceae, Osmundaceae, Polypodiaceae e Pteridaceae; três famílias de monocotiledôneas: Arecaceae, Cyperaceae e Poaceae; e sete famílias de Eudicotiledôneas: Amaranthaceae, Asteraceae, Betulaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Typhaceae e Verbenaceae. Os táxons registrados, em sua maioria, representam a vegetação atual distribuída nos ecossistemas costeiros, exceto Betulaceae (*Alnus*), que ocorre em florestas montanas e sofre polinização anemófila, sendo transportado a longas distâncias.

Palavras-chave: diversidade polínica, Quaternário, descrição polínica, Lagoa dos Patos, Plataforma continental.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da relação entre as comunidades vegetais e a dispersão e deposição de palinomorfos em tempos atuais é extremamente relevante para a compreensão desta inter-relação em tempos pretéritos (*e.g.* Medeanic, 2004; Luz *et al.*, 2005; Medeanic, 2006a,b; Pires & Medeanic, 2006; São Thiago *et al.*, 2007; Medeanic & Silva, 2010; Barreto *et al.*, 2013). As reconstruções paleoambientais (*e.g.* Prieto, 1996; Saia *et al.*, 2008; Cassino *et al.*, 2018), paleoclimáticas (*e.g.* Medeanic *et al.*, 2010; Magyari *et al.*, 2014; Misra & Bhattacharyya, 2014) e das variações no nível médio do mar (*e.g.* Moss *et al.*, 2005; Medeanic & Corrêa, 2007; Dai *et al.*, 2014; Shtienberg *et al.*, 2017) são mais precisas quando há o conhecimento sobre a distribuição atual dos palinomorfos. A correspondência entre a composição botânica da região e os palinomorfos encontrados no substrato nem sempre são diretas. Essas diferenças podem ser atribuídas à capacidade de dispersão dos palinomorfos (Hjelle, 1997), à produtividade polínica e ao nível de preservação, que é melhor quando a deposição se dá em ambiente aquático (Traverse, 2007).

Debusk (1997), analisando a deposição superficial de palinomorfos em um lago, observou a grande importância do aporte de rios para o transporte de polens e esporos, depositando-se principalmente nos deltas intralagunares. É possível observar um padrão de dispersão polínica em lagunas de acordo com a distância da área de vegetação. Woo *et al.* (1998) definiu, com base na associação superficial de palinomorfos, regiões proximais, intermediárias e distais referentes à interferência de palinomorfos continentais nessas lagunas.

No Brasil há alguns estudos comparativos, entre a flora e a composição superficial de palinomorfos (*e.g.* Barreto *et al.*, 2006; São Thiago *et al.*, 2007; Toledo *et al.*, 2009; Luz *et al.*, 2010). Medeanic (2004) estudando a distribuição de palinomorfos em sedimentos superficiais na borda de um pequeno rio no estuário da Lagoa dos Patos, observou uma estreita relação taxonômica entre esses compartimentos, entretanto, foi notável a presença de grãos de pólen provenientes de ambientes proximais, transportados por correntes eólicas e aquáticas. A relação entre composição de flora e associação de palinomorfos depositados nos sedimentos superficiais da Lagoa dos Patos apresentou alta correspondência entre o registro palinológico e os ambientes analisados (Medeanic, 2006a).

O objetivo deste trabalho foi descrever os palinomorfos esporopolínicos depositados na camada superficial de sedimentos marinhos rasos, facilitando o processo de identificação de material transportado do continente para o oceano.

Área de estudo

A costa do Estado do Rio Grande do Sul (RS) possui orientação NE/SW, estendendo-se por 618 km, interrompida ao norte pela desembocadura da Lagoa de Tramandaí e ao sul pela desembocadura do estuário da Lagoa dos Patos. A plataforma continental é relativamente plana e larga, sendo

mais estreita na região norte do RS (100 km) e mais larga na região sul (180 km). Caracteriza-se por um declive suave até a quebra de plataforma, próximo a isóbata de 200 m (Piola *et al.*, 2005). A porção sul da plataforma continental é delimitada pelas desembocaduras do Estuário da Lagoa dos Patos e do Arroio Chuí (Figura 1A).

A região costeira do Rio Grande do Sul é influenciada por águas de origem tropical e subantártica, sendo a Água Subantártica de Plataforma transportada para o norte pela Corrente das Malvinas e a Água Tropical e a Água Central do Atlântico Sul transportada para sul pela Corrente do Brasil (Figura 1A) (Möller *et al.*, 2008). Além da influência de águas e correntes marinhas, o aporte continental do Rio da Prata e do estuário da Lagoa dos Patos tem um forte impacto sobre a dinâmica da plataforma continental. Durante o inverno, a influência da pluma do Rio do Prata sobre a plataforma brasileira se estende além do Cabo de Santa Marta (28°S), enquanto no verão se retrai para aproximadamente 32°S (Figura 1A) (Möller *et al.*, 2008).

Na plataforma continental sul-brasileira o regime de ventos é marcadamente sazonal (Lima *et al.*, 1996), com alternância entre Sistemas de Alta Pressão Tropical e Polar (anticiclones), que determinam a predominância de ventos de nordeste (NE) na primavera e verão, e de sudoeste (SW) durante o inverno (Tomazelli, 1993). Esta sazonalidade influencia a circulação costeira, induzindo um fluxo para sul durante o verão e para norte durante o inverno (Möller *et al.*, 2008).

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas das camadas de sedimentos superficiais (*ca.* 15cm) para análises esporopolínicas foram realizadas em duas campanhas: (i) amostras 1 a 48 na plataforma continental interna próximo ao Balneário Hermenegildo (Projeto REMPLAC) e (ii) amostras 49 a 53 nas adjacências da desembocadura do estuário da Lagoa dos Patos (Projeto Amazônia Azul) (Figura 1B, Tabela 1). Ambas coletas foram realizadas por meio de uma Draga de Petersen (box-core).

Devido à equivalência sedimentar dos palinomorfos ao tamanho das partículas de silte e argila (Tyson, 1995), somente amostras com altos teores de silte foram analisadas e amostras arenosas descartadas. Para a separação dos palinomorfos, as amostras foram tratadas de acordo com metodologia adaptada de Faegri & Iversen (1975). Esta adaptação permite a preservação de restos silicosos pela supressão da utilização de ácido fluorídrico (HF). Essa abordagem foi utilizada em vários trabalhos anteriores com sucesso (Medeanic & Corrêa, 2010; Medeanic & Silva, 2010; Lima *et al.*, 2013). Este método consiste das seguintes etapas:

- i. As amostras foram transferidas para béqueres de 2000 ml, nos quais foi adicionado ácido clorídrico (HCl) 10% para remoção dos compostos carbonáticos;
- ii. Para a dispersão da matéria orgânica e remoção de ácidos húmicos, foi utilizada uma solução de hidróxido de potássio (KOH) 5%, sob fervura durante 10 minutos;

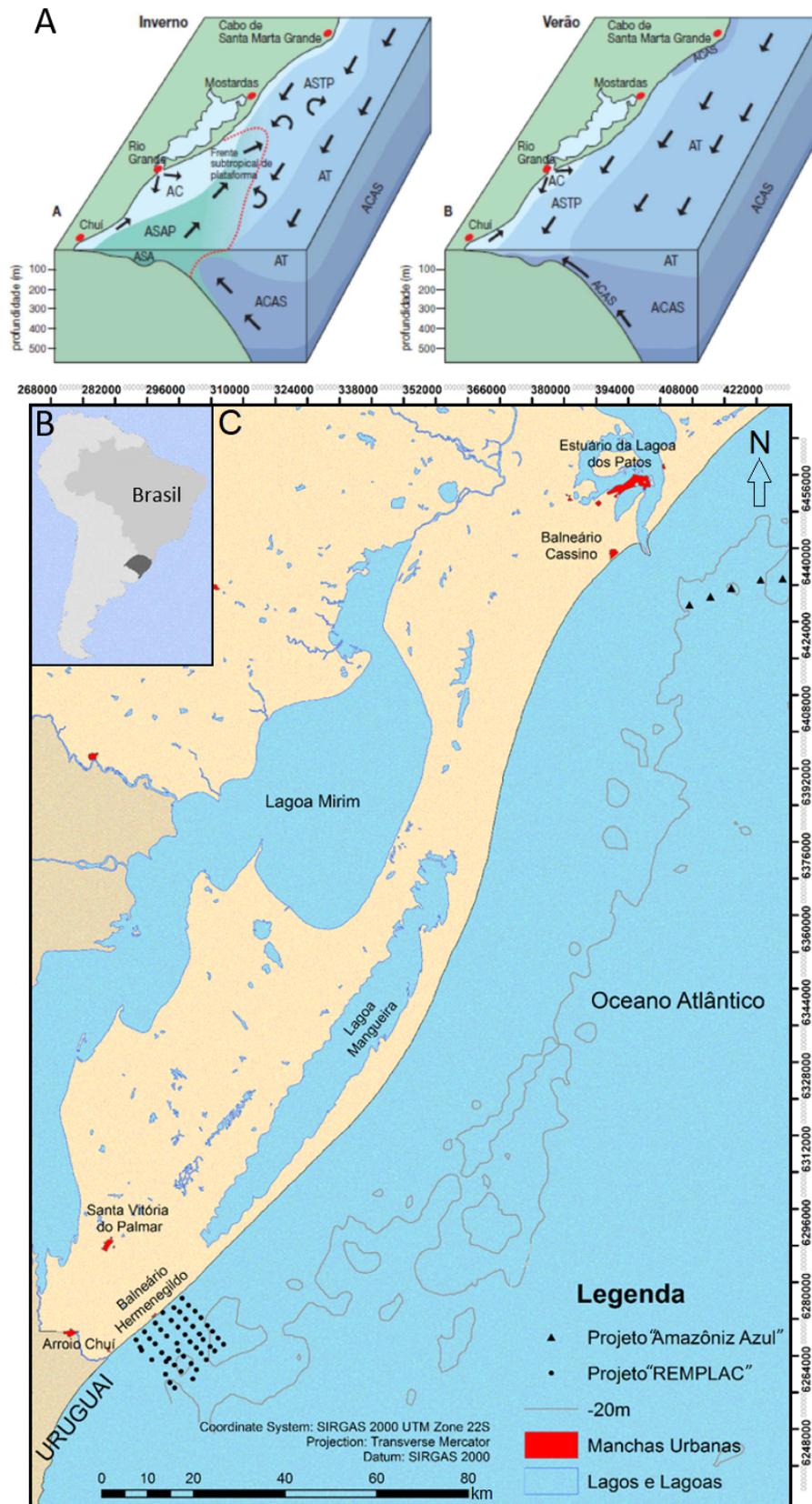


Figura 1. Localização da área de estudo, plataforma continental adjacente ao Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **A**, a dinâmica de circulação das massas d'água na região costeira do sul do Brasil; **B–C**, a localização geográfica das amostras palinológicas. **Abreviações:** AC, Aporte Continental; ACAS, Água Subtropical do Atlântico Sul; ASAP, Água Subantártica de Plataforma; ASTP, Água Subtropical de Plataforma; AT, Água Tropical (Haimovici *et al.*, 2008).

Figure 1. Study area location, continental shelf near the Rio Grande do Sul State, Brazil. **A**, water masses circulation dynamics at coastal area of south Brazil; **B–C**, location of palynology samples. **Abbreviations:** AC, Continental Water; ACAS, Subtropical Atlantic Water; ASAP, Subantartic Platform Water; ASTP, Subtropical Platform Water; AT, Tropical Water (Haimovici *et al.*, 2008).

Tabela 1. Localização geográfica dos pontos amostrados. Em negrito as amostras que não foram utilizadas para palinologia devido ao alto teor de areia. O ‘Código Palinoteca’ é a identificação das amostras preservadas na coleção.

Table 1. Geographic position of the sampling points. The bold highlights samples were not used to palynology, due to the high sand content. The ‘Código Palinoteca’ is the identification of samples preserved in the collection.

Amostra	UTM N (lat)	UTM E (long)	Prof. coluna d’água (m)	Código Palinoteca
	Projeto “Remplac”			
#1	6267445	286591	-1	PA-374
#2	6269190	288454	-1	PA-375
#3	6271095	290821	-1	-
#4	6271898	230586	-1	PA-376
#5	6272830	294863	-	
#6	6276503	296632	-1	PA-377
#7	6274981	298037	-8	PA-378
#8	6273552	296129	-	
#9	6271680	294280	-5	-
#10	6269655	291969	-	
#11	6267710	289530	-6	-
#12	6265812	287493	-	
#13	6266398	290855	-	
#14	6266553	290771	-	
#15	6266431	293339	-8	PA-379
#16	6270216	295731	-	
#17	6271955	297440	-10	PA-380
#18	6273682	299459	-13	PA-382
#19	6272266	300758	-17	PA-381
#20	6270374	298986	-	
#21	6268559	297276	-	
#22	6264764	292464	-12	PA-383
#23	6264653	292209	-	
#24	6263119	290004	-	
#25	6262720	293161	-15	PA-384
#26	6263419	293775	-	
#27	6265080	295762	-16	-
#28	6267016	298384	-11	PA-385
#29	6268728	300399	-12	PA-386
#30	6270555	302128	-20	PA-387
#31	6269265	303292	-22	-
#32	6267505	301222	-20	
#33	6265740	299751	-21	
#34	6263874	296961	-22	
#35	6261949	294939	-22	
#36	6259941	293023	-18	PA-388
#37	6258133	293966	-20	-
#38	6260523	296430	-21	PA-389
#39	6262276	298588	-17	PA-390
#40	6264514	300808	-13	-
#41	6265959	302762	-21	
#42	6267795	304499	-22	PA-391
#43	6266454	305680	-22	-
#44	6264817	303756	-20	-
#45	6263118	301920	-19	PA-392

Tabela 1. Cont.

Table 1. Cont.

Amostra	UTM N (lat)	UTM E (long)	Prof. coluna d'água (m)	Código Palinoteca
#46	6260927	299780	-22	PA-393
#47	6256989	295919	-23	
#48	6256978	295036	-21	
Projeto "Amazônia Azul"				
#49	6433012	427411	-22	PA-396
#50	6431645	422052	-24	PA-397
#51	6430571	416823	-23	PA-398
#52	6428777	411229	-21,6	PA-399
#53	6427582	407165	-15	PA-400

- iii. A separação dos palinomorfos do sedimento foi feita com líquido denso, cloreto de zinco ($ZnCl_2$), na densidade de 1,9 g/cm³;
- iv. Após o procedimento químico foram montadas lâminas palinológicas usando Entelan ou gelatina glicerinada. De cada amostra foram analisadas cinco lâminas.

Identificação e descrição dos palinomorfos

Os palinomorfos foram identificados com auxílio de microscópio biológico marca LABOMED, modelo Lx400 e fotografados com câmera digital acoplada modelo iVu1500. A análise foi feita com aumento variando entre 200x, 400x e 1000x, de acordo com a necessidade de identificação de detalhes e com o tamanho do palinomorfo observado. Foi utilizada coleção de referência e vasta bibliografia na área para a identificação dos palinomorfos (Medeanic, 2004; Willard *et al.*, 2004; Medeanic, 2006a; Cancelli *et al.*, 2007; Medeanic *et al.*, 2007, 2008; Bauermann *et al.*, 2009; Medeanic *et al.*, 2009; Cancelli *et al.*, 2010; Bartholomeu *et al.*, 2013).

Na descrição dos tipos esporopolínicos, procurou-se alcançar o nível taxonômico de famílias e gêneros botânicos. Quando os grãos de pólen e esporos são reconhecidos como pertencentes a somente uma espécie, receberam o nome da mesma (*e.g.* *Cyperus giganteus*); quando um ou mais táxons são reconhecidos por produzir esporos ou grão de pólen muito semelhantes, morfologicamente indistintos, estes receberam a mesma denominação (*e.g.* *Anthoceros*, Poaceae); se palinomorfos com mesmas características morfológicas são reconhecidamente produzidos por dois táxons, receberam o nome de ambos (*e.g.* Poaceae/Cyperaceae); por fim, quando vários táxons possuem palinomorfos morfologicamente semelhantes, receberam o prefixo tipo- (*e.g.* tipo-*Blechnum*) (Birks & Birks, 1980; Mourelle & Prieto, 2016). A descrição foi realizada como base em Ybert *et al.* (2012), da forma mais sucinta possível.

A palinotaxonomia foi realizada com base nas descrições da morfologia esporopolínica. Para Bryophyta (*sensu lato*), a taxonomia está de acordo com Missouri Botanical Garden (2018), para Pteridophyta foi usada a revisão de PPG I (2016) para Angiosperma, Stevens (2001).

RESULTADOS

Este trabalho resultou em um catálogo com a descrição de 34 gêneros, distribuídos em 19 famílias, além de algumas informações sobre seus dados ecológicos. Dentre estes, 19 famílias temos uma Bryophyta *sensu lato* (Anthocerothaceae), oito Pteridophyta (Blechnaceae, Cyatheaceae, Equisetaceae, Lycopodiaceae, Ophioglossaceae, Osmundaceae, Pteridaceae e Polypodiaceae), três famílias de monocotiledôneas (Arecaceae, Cyperaceae e Poaceae) e 10 famílias de eudicotiledôneas (Amaranthaceae, Asteraceae, Betulaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Typhaceae e Verbenaceae).

Os táxons descritos estão intimamente relacionados com vegetação encontrada atualmente na região costeira do estado, caracterizando a predominância de um transporte de curta distância. Somente uma exceção a esse padrão foi identificada, o gênero *Alnus*, proveniente da região andina e já encontrado em vários trabalhos para o oceano Atlântico Sul (Behling & Negrelle, 2006; Diniz & Medeanic, 2012; Gu *et al.*, 2017, 2018).

SISTEMÁTICA

BRYOPHYTA

Classe ANTHOCEROTOPSIDA Jancz.
Ordem ANTHOCEROTALES Limpr. in Cohn.
Família ANTHOCEROTHACEAE Dummort.

Anthoceros L.
(Figuras 2A–B)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; radiossimétrico; contorno meridional circular, com abertura trilete. Tamanho grande (51–58 µm) em vista polar; ornamentação reticulada-equinada, com espinho bi- ou trifurcados.

Características ecológicas. Comum de áreas pantanosas, em associação com outras briófitas e pteridófitas (Cordeiro & Lorscheitter, 1994).

Phaeoceros Prosk.
(Figuras 2C–D)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; radiossimétrico; contorno meridional subtriangular, âmbito convexo, com ápices truncados; abertura trilete. Tamanho médio-grande (48,5–54,2 µm) em vista polar, reticulado.

Características ecológicas. Solos úmidos e áreas totalmente sombreadas, como margens de rios e áreas agrícolas (Freitas *et al.*, 2015). Também é comum em regiões urbanas (Bordin & Yano, 2009).

PTERIDOPHYTA

Classe LYCOPODIOPSIDA Bartl.

Ordem LYCOPODIALES DC. Ex Bercht. & J. Presl

Família LYCOPODIACEAE P. Beauv. in Mirb.

Subfamília HUPERZIOIDEAE A. Haines

Huperzia Bernh.
(Figura 2E)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; radiossimétrico; contorno meridional subcircular a subtriangular, com ápices arredondados; abertura trilete. Tamanho médio (39–44 µm) em vista polar; psilado com pequenas perfurações.

Características ecológicas. Comumente de hábito epífita, no interior de florestas (Lorscheitter *et al.*, 1998).

Classe POLYPODIOPSIDA Cronquist, Takht. & W. Zimm.
Subclasse EQUISETIDAE Warm.

Ordem EQUISETALES DC. ex Bercht. & J. Presl

Família EQUISETACEAE Michx. ex DC.

Equisetum L.
(Figura 2F)

Descrição morfológica. Mônades, heteropolares, contorno meridional circular; abertura monolete com laesura muito pequena. Tamanho médio (28–31 µm) em vista polar; elateras ausentes.

Características ecológicas. Planta terrestre, comumente encontrada em áreas alagadas e pântanos (Lorscheitter *et al.*, 1998).

Subclasse OPHIOGLOSSIDAE Kinge
Ordem OPHIOGLOSSALES Link
Família OPHIOGLOSSACEAE Martinov
Subfamília OPHIOGLOSSOIDEAE C. Presl

Ophioglossum L.
(Figura 2G)

Descrição morfológica. Mônades, heteropolares, bilateralmente simétrico, contorno meridional subtriangular a circular, com ápice arredondado; abertura trilete com laesura estreita. Tamanho grande (62–70 µm) em vista polar; ornamentação faveolada.

Características ecológicas. Terrestre ou epífita, encontrada em misturas com gramíneas, por entre rochas e dentro de florestas (Lorscheitter *et al.*, 1998; Mourelle & Prieto, 2016).

Subclasse POLYPODIIDAE Cronquist, Takht. & W. Zimm.
Ordem OSMUNDALES Link
Família OSMUNDACEAE Martinov

Osmunda L.
(Figura 2H)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; radiossimétrico; contorno meridional circular; abertura trilete com laesura estreita. Tamanho grande (84–91 µm) em vista polar; ornamentado com báculos e clavias.

Características ecológicas. Herbácea, de hábito terrestre, hemicriptófita rosulata, comum em turfeiras, pântanos e encostas úmidas (Lorscheitter *et al.*, 1998; Athayde-Filho & Windisch, 2006).

Ordem CYATHALES A. B Frank in Leunis
Família CYATHEACEAE Kaulf.

Alsophila R. Br.
(Figura 2I)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; radiossimétrico; contorno meridional triangular, com âmbito reto e ápice arredondado; abertura trilete com laesura larga e comprida. Tamanho médio (35–38 µm) em vista polar; psilado.

Características ecológicas. Arborescente, comumente utilizada como forófito por diversas epífitas, incluindo outras pteridófitas (Freitas *et al.*, 2015). Encontrada em formações pioneiras, florestas úmidas densas, florestas estacionais semidecíduais e florestas estacionais decíduais no sul e sudeste do Brasil (Lorscheitter *et al.*, 1999; Schmitt & Windisch, 2010).

Ordem POLYPODIALES Link
Subordem PTERIDINAE J. Prado & Schuettp.
Família PTERIDACEAE E. D. M. Kirchn.
Subfamília PARKERIOIDEAE Burnett

Acrostichum L.
(Figura 2J)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; radiossimétrico; contorno meridional subtriangular, com âmbito convexo e ápice arredondado; abertura trilete. Tamanho grande (53–57 µm) em vista polar; psilado.

Características ecológicas. Plantas herbáceas, encontrada em, Mata Atlântica de baixa altitude, restingas e manguezais (Willard *et al.*, 2004; Freitas *et al.*, 2015).

Família POLYPODIACEAE J. Presl & C. Presl
Subfamília POLYPODIOIDEAE Sweet

Microgramma C. Prestl
(Figura 2K)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; bilateralmente simétrico; contorno meridional subtriangular, com âmbito reto-côncavo, ápice arredondado; abertura trilete. Tamanho médio-grande (45–60 μm) em vista polar; reticulado.

Características ecológicas. Planta herbácea, terrícola ou epífita, comumente encontrada da Mata Atlântica e em restingas (Santos & Sylvestre, 2001).

Polypodium L.
(Figura 2L)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; simetria bilateral; contorno meridional reniforme, côncavo-convexo;

monolete. Tamanho médio (31–47 μm) em vista polar; verrugado.

Características ecológicas. espécie herbácea encontrada na floresta Amazônica, Mata Atlântica, Floresta de Araucária e margens de rios (Santos & Sylvestre, 2001).

Subordem ASPLENIINEAE H. Schneid.
Família BLECHNACEAE Newman

Blechnum L.
(Figura 2M)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; simetria bilateral; contorno meridional elipsoidal, côncavo-convexo; monolete. Tamanho de eixo menor 44–48 μm e do eixo maior 58–63 μm , ambos em vista equatorial, psilado.

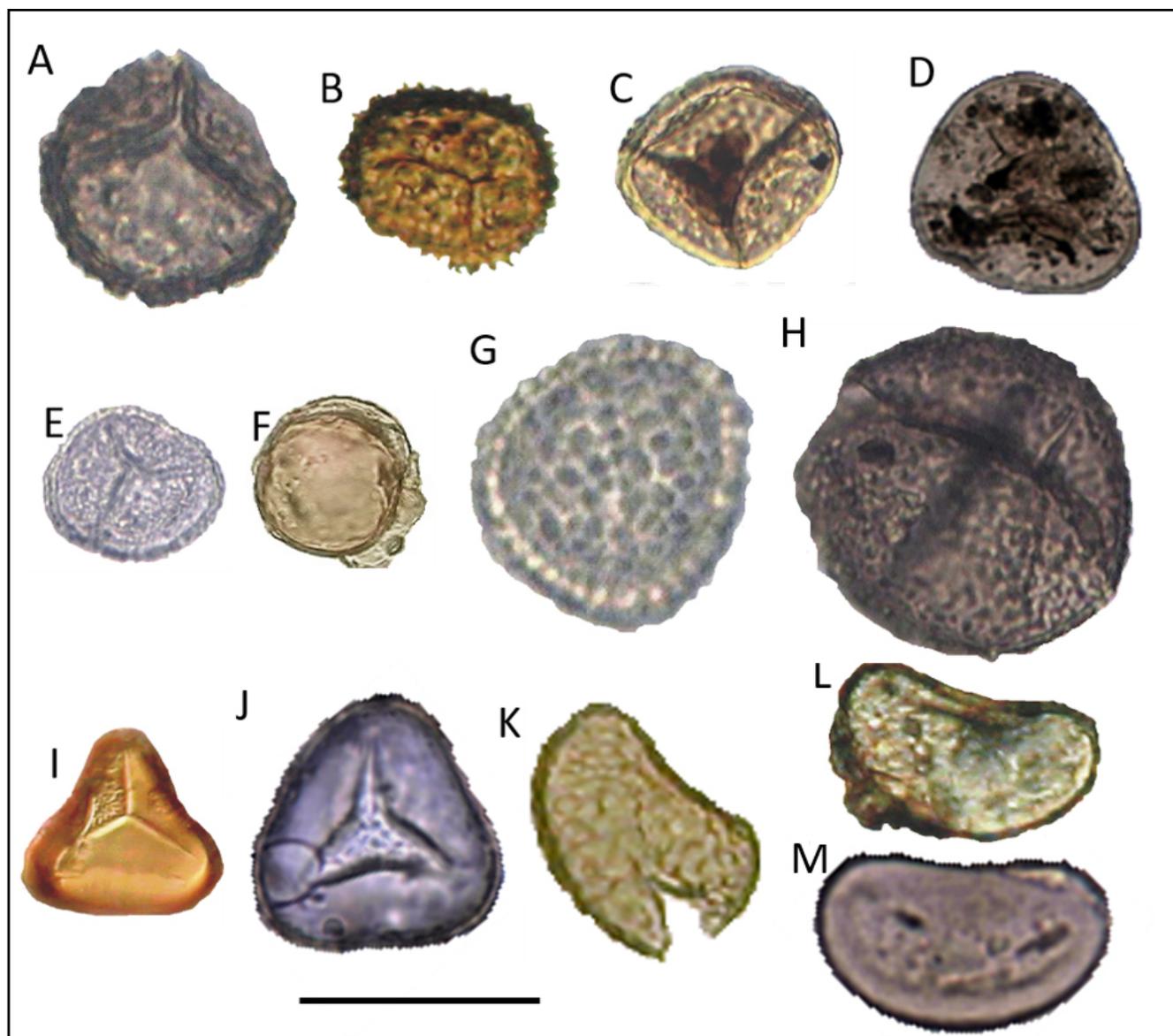


Figura 2/Figure 2. A–B, *Anthoceros*; C–D, *Phaeoceros*; E, *Huperzia*; F, *Equisetum*; G, *Ophioglossum*; H, *Osmunda*; I, *Alsophila*; J, *Acrosticum*; K, *Microgramma*; L, *Polypodium*; M, *Blechnum*. Escala/Scale bar = 50 μm .

Características ecológicas. Planta herbácea ou arborescente, epífita, hemiepífita ou rupícola, nativa na Mata Atlântica e cerrado mineiro, é considerada invasora em restingas (Santos & Sylvestre, 2001).

ANGIOSPERMAE
Clado COMMELINIDAE
Ordem ARECALES Bromhead
Família ARECACEAE Berchtold & J. Presl

Syagrus Mart.
(Figura 3A)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; simetria bilateral; suboblato a oblato, com contorne polar elíptico; monocolpado. Tamanho médio (45–50 μm); ornamentação escabrada-psilada.

Características ecológicas. Árvore, de distribuição pantropical (Souza & Lorenzi, 2005), comum em solos úmidos de matas palustres, margens de rios e cursos d'água (Bauermann *et al.*, 2010; Mourelle & Prieto, 2016).

Ordem POALES Small
Família TYPHACEAE Jussieu

Typha L.
(Figura 3B)

Descrição morfológica. Mônades; heteropolares; simetria bilateral; contorno meridional e âmbito circulares; monoporado. Tamanho médio (25–31 μm), ornamentação reticulada.

Características ecológicas. Planta herbácea emergente em ambientes aquáticos doces e salobros, brejos, canais, rios e represas (Ybert *et al.*, 2017).

Família CYPERACEAE Jussieu

Androtricum Brongn.
(Figura 3C)

Descrição morfológica. Mônades; heteropolares; simetria bilateral; contorno equatorial subtriangular, com âmbito convexo e ápices arredondados; prolato-esferoidal, monocolpado. Tamanho pequeno-médio (21–27 μm); ornamentação psilada a escabrada.

Características ecológicas. Herbácea comum em depressões interdunais na região costeira (exclusivamente entre Santa Catarina e Uruguai), onde o lençol freático aflora periodicamente (Seeliger *et al.*, 2004).

Cyperus L.
(Figura 3D)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; simetria bilateral; contorno equatorial elíptico, com um dos lados mais

estreito que o outro; peroblato. Tamanho pequeno (21–24 μm), ornamentação escabrada.

Características ecológicas. Gênero característico do bioma Pampa (Pillar *et al.*, 2009), herbácea, raramente lianas ou arborescentes, possuem distribuição geográfica cosmopolita, sendo encontradas principalmente em áreas abertas alagáveis (Souza & Lorenzi, 2005), e em marismas altas, raramente alagáveis, quando predomina sedimento arenoso (Seeliger *et al.*, 2004).

Eleocharis R. Br.
(Figura 3E)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; simetria bilateral; contorno equatorial elíptico, com um dos lados mais estreito que o outro; peroblato. Tamanho médio (40–43 μm), ornamentação escabrada.

Características ecológicas. Herbácea, encontrada em vegetação de campo, nos biomas Pampa e Mata Atlântica (Pillar *et al.*, 2009).

Scirpus L.
(Figura 3F)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; simetria bilateral; contorno equatorial elíptico com um dos lados mais estreito que o outro; contorno polar subtriangular, com âmbito convexo e ápice arredondado; peroblato. Tamanho médio (32–38 μm), ornamentação psilada-escabrada.

Características ecológicas. Herbácea dominante na marisma inferior no estuário da Lagoa dos Patos (Marangoni & Costa, 2009), bem como em outros estuários na América de Sul (Isacch *et al.*, 2006), também pode ser encontrada em regiões de cerrado, savana e páramo (Marchant *et al.*, 2002).

Família POACEAE Barnhart

Tipo-Poaceae
(Figuras 3G–I)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; radiossimétrico; esférico; monoporado. Tamanho médio-grande (25–54 μm), ornamentação psilada-escabrada.

Características ecológicas. Herbácea, muito comum em ambientes costeiros (Mourelle & Prieto, 2012), cerrado/savana (Jones *et al.*, 2011) e florestas (Gosling *et al.*, 2009) and ii.

Andropogon L.
(Figura 3J)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; radiossimétrico; esférico; monoporado. Tamanho médio (25–29 μm), ornamentação psilada-escabrada.

Características ecológicas. Herbácea, comum em veredas (Lorente & Meyer, 2010), em regiões secas no campos de

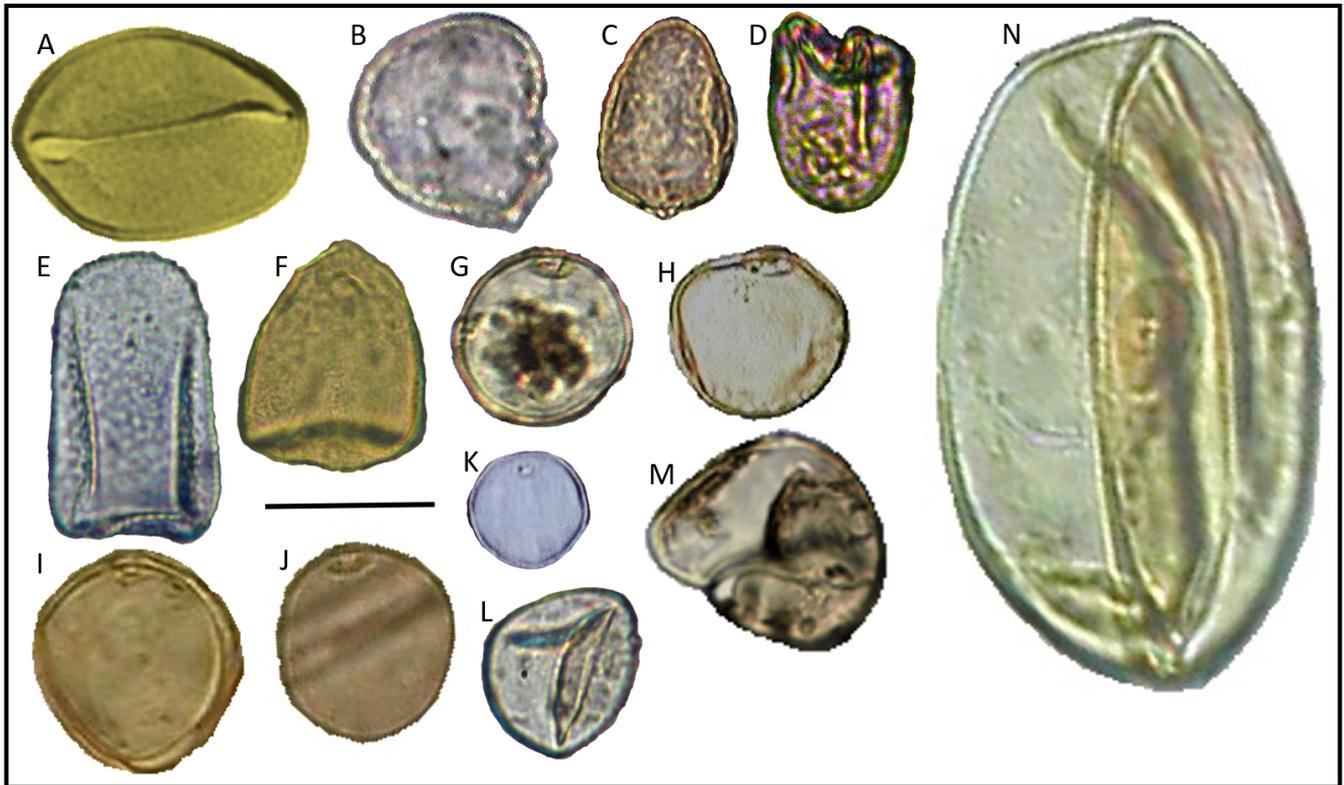


Figura 3/Figure 3. A, *Syagrus*; B, *Typha*; C, *Androthrycum*; D, *Cyperus*; E, *Eleocharis*; F, *Scirpus*; G–I, Poaceae; J, *Andropogon*; K, *Panicum*; L, *Paspalum*; M, *Spartina*; N, *Zea*. Escala/Scale bar = 20 μ m.

dunas costeiras na costa atlântica (Seeliger *et al.*, 2004) e nas regiões de campos no Uruguai (Mourelle & Prieto, 2012).

Panicum L.
(Figura 3K)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; simetria radial; esférico; âmbito circular; monoporado. Tamanho pequeno (9–15 μ m), com ornamentação psilada.

Características ecológicas. Gênero herbáceo, coloniza especialmente as regiões frontais das dunas, substrato instável e susceptível as variações no acúmulo de areia (Palma & Jarenkow, 2008).

Paspalum Jussieu
(Figura 3L)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; simetria radial; esférico com âmbito circular; monoporado. Tamanho pequeno (13–18 μ m) com ornamentação micro reticulada.

Características ecológicas. Plantas herbáceas comuns em dunas frontais, principalmente nas proximidades de sangradouros (Calliari *et al.*, 2005).

Spartina Brongn.
(Figura 3M)

Descrição morfológica. Mônade, heteropolar, simetria radial, esférico, de âmbito circular, monoporado. Tamanho médio (29–34 μ m), ornamentação psilada.

Características ecológicas. Plantas comumente herbáceas, amplamente distribuídas em vários ecossistemas. Dominantes em ambientes costeiros por serem tolerantes à salinização (Marchant *et al.*, 2002; Isacch *et al.*, 2006). Algumas espécies podem ser indicativas de altitude dentro de ambientes de marisma (Beecher & Chmura, 2004).

Zea Jussieu
(Figura 3N)

Descrição morfológica. Mônade, heteropolar, simetria radial, subprolato, monoporado. Tamanho grande a muito grande (78–106 μ m em vista polar; 80–108 μ m em vista equatorial) com ornamentação escabrada.

Características ecológicas. Gênero amplamente cultivado ao redor do mundo para alimentação humana e animal (CONAB, 2015).

Clado ROSIDAE I/FABIDAE
Ordem FABALES Bromhead
Família FABACEAE Lindley

Erytrina L.
(Figura 4A)

Descrição morfológica. Mônade, isopolar, simetria radial, colporado, com colpos longos e estreitos, prolato a subprolato. Tamanho médio (30–33 μm) com ornamentação reticulada.

Características ecológicas. Normalmente de porte arbóreo ou arbustivo, relatada como ocorrendo em florestas costeiras protegidas de regiões subtropicais (Rio Grande do Sul) (Medeanic & Dillenburg, 2001).

Ordem FAGALES Engler
Família BETULACEAE Gray

Alnus Miller
(Figura 4B)

Descrição morfológica. Mônade, isopolar, simetria radial, poligonal em vista polar, suboblato, com cinco poros na área equatorial. Tamanho médio (26–32 μm), com ornamentação psilado a escabrada.

Características ecológicas. Comumente de porte arbóreo, para o hemisfério sul sua ocorrência é sempre relacionada aos Andes e altas altitudes (Islebe & Hooghiemstra, 1995; Weng *et al.*, 2004).

Clado ROSIDAE II/MALVIDAE
Ordem MYRTALES Reichenbach
Família MELASTOMATACEAE Jussieu

Leandra Raddi
(Figura 4C)

Descrição morfológica. Mônade, heteropolar, simetria bilateral, formato subprolato em vista equatorial e oblato-esferoidal a esferoidal em vista polar, heterocolpado, com colpo longo e estreito. Tamanho pequeno (19–23 μm), com ornamentação psilada.

Características ecológicas. Comumente arbóreas, distribuem-se por todo o território brasileiro, sendo comuns nos domínios da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, pouco frequentes no Pantanal e no Pampa e ausente na Caatinga (Goldenberg *et al.*, 2012).

Classe EUDICOTYLEDON
Ordem CARYOPHYLLALES
Família AMARANTHACEAE

Alternanthera Mart.
(Figura 4D)

Descrição morfológica. Mônade, apolar, esferoidal, âmbito circular, inaperturado. Tamanho médio (24–28 μm), ornamentação homoreticulada.

Características ecológicas: Plantas anuais, comumente herbáceas, raramente arbustivas ou arbóreas (Sánchez-del-Pino *et al.*, 2016). No Rio Grande do Sul, Leal & Lorscheitter (2007) assinalam este gênero como indicador de campos.

Blutaparon Raf.
(Figura 4E)

Descrição morfológica. Mônade, apolar, esferoidal, âmbito circular, pantoporado, com um poro circular por retículo. Tamanho médio (38–44 μm) com ornamentação reticulada.

Características ecológicas. Planta herbácea comumente encontrada em ambientes de restinga (Freitas *et al.*, 2013), dunas (Marangoni, 2003) e marismas (Medeanic, 2006a).

Chenopodium L.
(Figura 4F)

Descrição morfológica. Mônade, apolar, simetria radial, esférico, âmbito circular, pantoporado, com poros próximos e numerosos. Tamanho pequeno (10–17 μm), ornamentação psilada.

Características ecológicas. Planta herbácea, halófita, comum em ambientes susceptíveis a influência marinha, como marismas e dunas (Marchant *et al.*, 2002; Freitas & Carvalho, 2012).

Sarcocornia Michx
(Figura 4G)

Descrição morfológica. Mônade; apolar; esferoidal; âmbito circular; pantoporado. Tamanho pequeno (21–26 μm), ornamentação psilada.

Características ecológicas. Planta herbácea fortemente associada a marismas (Hargreaves, 2008; Rodríguez-Gallego *et al.*, 2012; García-Moreiras *et al.*, 2015).

Classe Asteridae
Ordem Lamiales Bromhead
Família Lentibulariaceae
Família Verbenaceae

Lantana L.
(Figuras 4H–I)

Descrição morfológica. Mônade; heteropolar; contorno equatorial triangular; tricolporado. Tamanho médio (23–29 μm), ornamentação psilada.

Características ecológicas. Planta arbustiva, encontrada em margens da lagoas (Boldrini *et al.*, 2008; Freitas & Carvalho, 2012; Cañellas-Boltà *et al.*, 2016).

Ordem ASTERALES
Família ASTERACEAE

Asteraceae ind.
(Figuras 4 J–K)

Descrição morfológica. Mônade; isopolar; subtriangular a circular em vista polar; prolato esferoidal; colporado. Tamanho pequeno a médio, (18–25 μm), ornamentação equinada.

Características ecológicas. Família de plantas herbáceas com ampla distribuição ecológica, desde lagoas costeiras (Rodríguez-Gallego *et al.*, 2012), marismas (Medeanic,

2006a), campos (Behling, 2002), cerrado/savana (Jones *et al.*, 2011), entre outros.

Baccharis L.
(Figura 4L)

Descrição morfológica. Mônade; isopolar; subtriangular em vista polar; prolato esferoidal; colporado com endoabertura lalongada. Tamanho médio (28–35 µm), ornamentação equinada.

Características ecológicas. Planta herbácea citada em diversos ambientes: florestas tropicais (Amaral *et al.*, 2006), pampa (Prieto, 1996), campos de altitude (Behling, 1995) e na transição para ambientes de marismas (Marangoni, 2003). Família cultivada por seu uso medicinal (Trojan-Rodrigues

et al., 2012), sua distribuição natural foi antropicamente modificada.

Senecio L.
(Figura 4M)

Descrição morfológica. Mônade; isopolar; simetria radial; formato prolato a esferoidal; contorno meridional circular; contorno equatorial trilobado, tricolporado. Tamanho médio (40–48 µm), ornamentação equinada com espinhos cônicos.

Características ecológicas. Plantas herbáceas comumente encontradas em dunas, onde o substrato arenoso é pouco mais estabilizado (Palma & Jarenkow, 2008; Masciadri *et al.*, 2013).

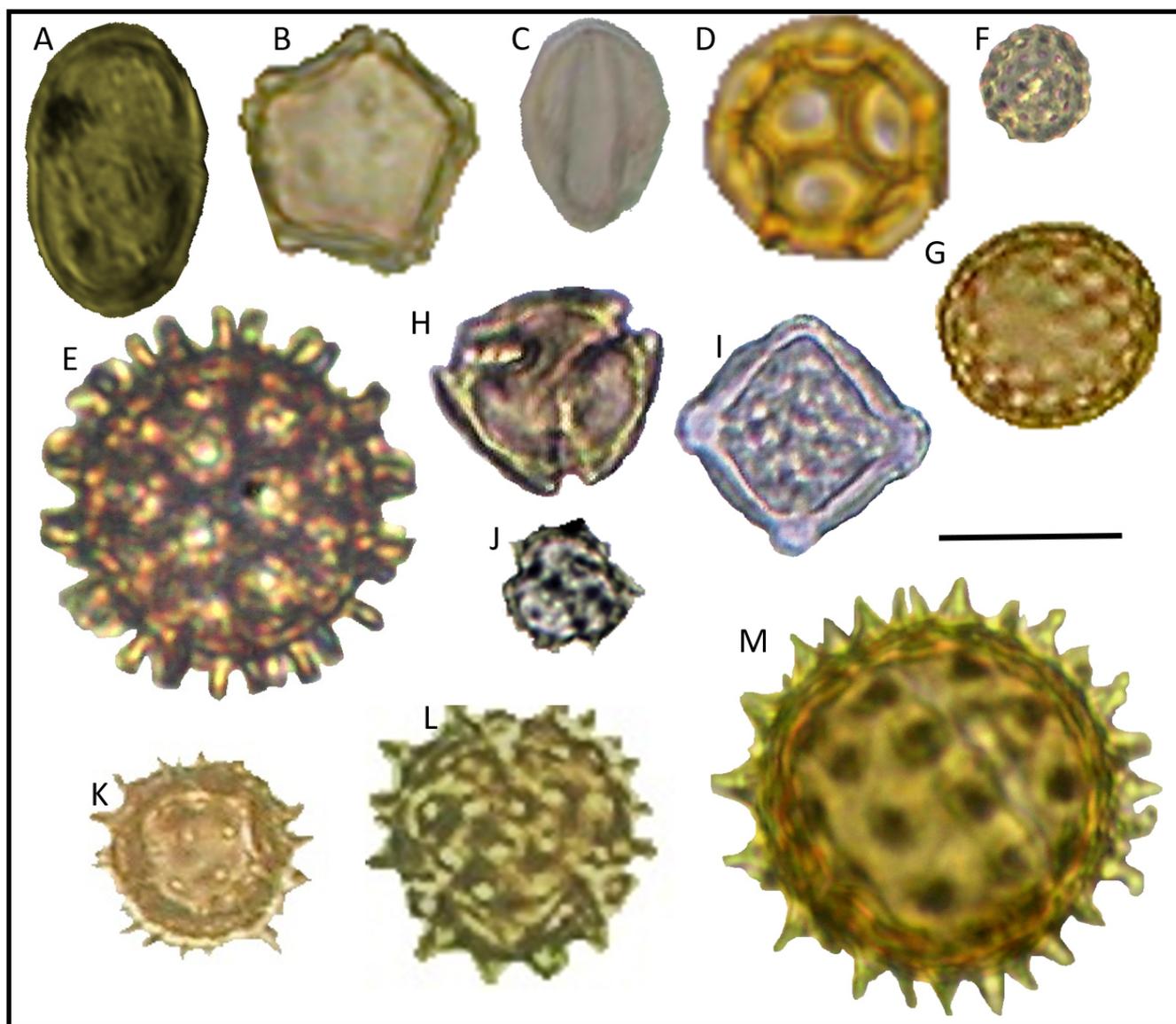


Figura 4/ Figure 4. A, *Erythrina*; B, *Alnus*; C, *Leandra*; D, *Alternanthera*; E, *Blutaparon*; F, *Chenopodium*; G, *Sarcocornia*; H–I, *Lantana*; J–K, Asteraceae; L, *Baccharis*; M, *Senecio*. Escala/Scale bar = 20 µm.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A diversidade ecológica e riqueza de grãos de pólen e esporos encontrados nas amostras depositadas em ambiente marinho raso auxiliam na compreensão dos processos de transporte deste material e como eles são incorporados aos sedimentos marinhos. Os processos eólicos são os principais responsáveis pela dispersão polínica das famílias identificadas, seja de curta distância, como nas famílias nativas do Rio Grande do Sul, ou de longa distância, menos frequentes, provenientes da região andina.

Além disso, como ficou demonstrada pelas características ecológicas de cada táxon, esta associação descrita pode ser relacionada aos ambientes encontrados na região costeira do Rio Grande do Sul, sendo as marismas muito bem representadas, seguida pelas matas de ambientes alagadiços. As modificações antrópicas e intensas plantações de grãos realizadas nesta região costeira já estão expressas no registro polínico, visto a variedade *Poaceae* ind. encontrada, que se cogita estar relacionada com os cultivos de *Oriza* sp. (arroz) e o registro de *Zea* (milho), ambos cultivares muito comuns em toda a região costeira do Rio Grande do Sul.

A influência da dinâmica costeira na redistribuição dos palinomorfos esporopolínicos precisa ser melhor avaliada e compreendida, pois é muito importante quando se pesquisa o transporte deste material para regiões mais externas da plataforma continental e bacia oceânica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis- PRH-27 “Estudos Ambientais em Áreas de Atuação da indústria do Petróleo” pela concessão da bolsa de doutorado à primeira autora e bolsa de iniciação científica para a segunda autora; à Elisa Seus, pelo auxílio aos trabalhos em laboratório; a V.C. Machado-Junior pelo auxílio na cartografia.

REFERÊNCIAS

- Amaral, P.G.C.; Ledru, M.P.; Branco, F.R. & Giannini, P.C.F. 2006. Late Holocene development of a mangrove ecosystem in southeastern Brazil (Itanhaem, state of São Paulo). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **241**:608–620. doi:10.1016/j.palaeo.2006.04.010
- Athayde-Filho, F.P. & Windisch, P.G. 2006. Florística e aspectos ecológicos das pteridófitas em uma floresta de Restinga no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia - Série Botânica*, **61**:63–71.
- Barreto, C.F.; Barth, O.M.; Luz, C.F.P.; Coelho, L.G. & Vilela, C.G. 2006. Distribuição diferencial de palinomorfos na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **9**:117–126.
- Barreto, C.F.; Freitas, S.; Vilela, C.G.; Baptista-Neto, J.A. & Barth, O.M. 2013. Grãos de pólen de sedimentos superficiais da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, **36**:32–54. doi:10.11137/2013_1_32_54
- Bartholomeu, R.L.; Barros, M.A. & Barth, O.M. 2013. Tafonomia de esporos de pteridófitas encontrados em sedimentos turfosos quaternários do Rio de Janeiro, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, **36**:55–63. doi:10.11137/2013_1_55_63
- Bauermann, S.G.; Evaldt, A.C.P. & Fuchs, S. 2009. Grãos de pólen e esporos do Vale do Rio Caí, nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. *Gaea - Journal of Geoscience*, **5**:86–106.
- Bauermann, S.G.; Evaldt, A.C.P.; Zanchin, J.R. & Bordignon, S.A.L. 2010. Diferenciação polínica de *Butia*, *Euterpe*, *Geonoma*, *Syagrus* e *Thrinax* e implicações paleoecológicas de Arecaceae para o Rio Grande do Sul. *Iheringia - Série Botânica*, **65**:35–46.
- Beecher, C.B. & Chmura, G.L. 2004. Pollen–vegetation relationships in Bay of Fundy salt marshes. *Canadian Journal of Botany*, **82**:663–670. doi:10.1139/b04-037
- Behling, H. 1995. Investigations into the late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil). *Vegetation History and Archaeobotany*, **4**:127–152. doi:10.1007/BF00203932
- Behling, H. 2002. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **177**:19–27. doi:10.1016/S0031-0182(01)00349-2
- Behling, H. & Negrelle, R.R.B. 2006. Vegetation and pollen rain relationship from the tropical atlantic rain forest in southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **49**:631–642. doi:10.1590/S1516-89132006000500013
- Birks, H.J.B. & Birks, H.H. 1980. Principles and methods of pollen analysis. In: H.J.A. Birks & H.H. Birks (eds.) *Quaternary palaeoecology*, Edward Arnold p. 156–176.
- Boldrini, I.I.; Trevisan, R. & Schneider, A. 2008. Estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da lagoa do Armazém, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, **6**:355–367.
- Bordin, J. & Yano, O. 2009. Novas ocorrências de musgos (Bryophyta) para o Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, **32**:455–477. doi:10.1590/S0100-84042009000300006
- Calliari, L.J.; Pereira, P.S.; Oliveira, A.O. & Figueiredo, S.A. 2005. Variabilidade das dunas frontais no litoral norte e médio do Rio Grande do Sul, Brasil. *Gravel*, **3**:15–30.
- Cancelli, R.R.; Evaldt, A.C.P. & Bauermann, S.G. 2007. Contribuição a morfologia polínica da família Asteraceae Martinov. no Rio Grande do Sul - parte I. *Pesquisas, Botânica*, **58**:347–374.
- Cancelli, R.R.; Evaldt, A.C.P.; Bauermann, S.G.; Souza, P.A.; Bordignon, S.A.L. & Matzenbacher, N.I. 2010. Catálogo palinológico de táxons da família Asteraceae Martinov, no Rio Grande do Sul. *Iheringia - Série Botânica*, **65**:201–280.
- Cañellas-Boltà, N.; Rull, V.; Sáez, A.; Margalef, O.; Pla-Rabes, S.; Valero-Garcés, B.L. & Giralt, S. 2016. Vegetation dynamics at Raraku Lake catchment (Easter Island) during the past 34,000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **446**:55–69. doi:10.1016/j.palaeo.2016.01.019
- Cassino, R.F.; Martinho, C.T. & Silva Caminha, S.A.F. 2018. A Late Quaternary palynological record of a palm swamp in the Cerrado of central Brazil interpreted using modern analog data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **490**:1–16. doi:10.1016/j.palaeo.2017.08.036
- CONAB, 2015. *Acompanhamento da safra Brasileira*. Brasília, 34 p.
- Cordeiro, S.H. & Lorscheitter, M.L. 1994. Palinology of Lagoa dos Patos sediments, Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Paleolimnology*, **10**:35–42. doi:10.1007/BF00683144

- Dai, L.; Weng, C.; Lu, J. & Mao, L. 2014. Pollen quantitative distribution in marine and fluvial surface sediments from the northern South China Sea: new insights into pollen transportation and deposition mechanisms. *Quaternary International*, **325**:136–149. doi:10.1016/j.quaint.2013.09.031
- Debusk, G.H. 1997. The distribution of pollen in the surface sediments of Lake Malawi, Africa, and the transport of pollen in large lakes. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **97**:123–153. doi:10.1016/S0034-6667(96)00066-8
- Diniz, D. & Medeanic, S. 2012. Palynomorph records from the core of Rio Grande Cone, Brazil: approaches for palaeoenvironmental and palaeoclimatic reconstructions in the middle Holocene. *Journal of Coastal Research*, **29**:1351–1360. doi:10.2112/JCOASTRES-D-11-00121.1
- Faegri, K. & Iversen, J. 1975. *The text book of pollen analysis*. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 295 p.
- Freitas, A.G. & Carvalho, M.D.A. 2012. Análise morfológica e inferências ecológicas de grãos de pólen e esporos (últimos ~8.000 anos) da lagoa da Ferradura, Armação dos Búzios, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **15**:300–318. doi:10.4072/rbp.2012.3.06
- Freitas, A.G.; Carvalho, M.A.; Mendonça, C.B.F. & Gonçalves-Esteves, V. 2013. Pollen grains in Quaternary sediments from the Campos Basin, state of Rio de Janeiro, Brazil: core BU-91-GL-05. *Acta Botanica Brasilica*, **27**:761–772. doi:10.1590/S0102-33062013000400016
- Freitas, A.G.; Carvalho, M.A.; Toledo, M.B.; Mendonça, C.B.F. & Gonçalves-Esteves, V. 2015. Bryophyte and pteridophyte spores and other palynomorphs in Quaternary marine sediments from Campos Basin, southeastern Brazil: core BU-91-GL-05. *Acta Botanica Brasilica*, **29**:161–174. doi:10.1590/0102-33062014abb3734
- García-Moreiras, I.; Sánchez, J.M. & Muñoz-Sobrino, C. 2015. Modern pollen and non-pollen palynomorph assemblages of salt marsh and subtidal environments from the Ría de Vigo (NW Iberia). *Review of Palaeobotany and Palynology*, **219**:157–171. doi:10.1016/j.revpalbo.2015.04.006
- Goldenberg, R.; Baumgratz, J.F. & Souza, M.L.D.E.R. 2012. Taxonomia de Melastomataceae no Brasil: retrospectiva, perspectivas e chave de identificação para os gêneros. *Rodriguésia*, **63**:145–161. doi:10.1590/S2175-78602012000100011
- Gosling, W.D.; Mayle, F.E.; Tate, N.J. & Killeen, T.J. 2009. Differentiation between neotropical rainforest, dry forest, and savannah ecosystems by their modern pollen spectra and implications for the fossil pollen record. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **153**:70–85. doi:10.1016/j.revpalbo.2008.06.007
- Gu, F.; Chiessi, C.M.; Zonneveld, K.A.F. & Behling, H. 2018. Late Quaternary environmental dynamics inferred from marine sediment core GeoB6211-2 off southern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **496**:48–61. doi:10.1016/j.palaeo.2018.01.015
- Gu, F.; Zonneveld, K.A.F.; Chiessi, C.M.; Arz, H.W.; Pätzold, J. & Behling, H. 2017. Long-term vegetation, climate and ocean dynamics inferred from a 73,500 years old marine sediment core (GeoB2107-3) off southern Brazil. *Quaternary Science Reviews*, **172**:55–71. doi:10.1016/j.quascirev.2017.06.028
- Haimovici, M.; Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B.; Fischer, L.G.; Vooren, C.M.; Santos, R.A.; Rodrigues, A.R. & Santos, S. 2008. *Prospecção pesqueira de espécies demersais com rede de arrasto-de-fundo na região sudeste-sul do Brasil*. São Paulo, Instituto Oceanográfico - USP, 183 p.
- Hargreaves, P. 2008. Phytosociology in Brazil. *The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology*, **2**:12–20.
- Hjelle, K.L. 1997. Relationships between pollen and plants in human-influenced vegetation types using presence-absence data in western Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **99**:1–16. doi:10.1016/S0034-6667(97)00041-9
- Isacch, J.P.; Costa, C.S.B.; Rodríguez-Gallego, L.; Conde, D.; Escapa, M.; Gagliardini, D.A. & Iribarne, O.O. 2006. Distribution of saltmarsh plant communities associated with environmental factors along a latitudinal gradient on the south-west Atlantic coast. *Journal of Biogeography*, **33**:888–900. doi:10.1111/j.1365-2699.2006.01461.x
- Islebe, G.A. & Hooghiemstra, H. 1995. Recent pollen spectra of highland Guatemala. *Journal of Biogeography*, **22**:1091–1099. doi:10.2307/2845838
- Jones, H.T.; Mayle, F.E.; Pennington, R.T. & Killeen, T.J. 2011. Characterisation of Bolivian savanna ecosystems by their modern pollen rain and implications for fossil pollen records. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **164**:223–237. doi:10.1016/j.revpalbo.2011.01.001
- Leal, M.G. & Lorscheitter, M.L. 2007. Plant succession in a forest on the lower Northeast slope of Serra Geral, Rio Grande do Sul, and Holocene palaeoenvironments, Southern Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, **21**:1–10. doi:10.1590/S0102-33062007000100001
- Lima, I.D.; Garcia, C.A.E. & Möller, O.O. 1996. Ocean surface processes on the southern Brazilian shelf: characterization and seasonal variability. *Continental Shelf Research*, **16**:1307–1317. doi:10.1016/0278-4343(95)00066-6
- Lima, L.G.; Dillenburg, S.R.; Medeanic, S.; Barboza, E.G.; Rosa, M.L.C.C.; Tomazelli, L.J.; Dehnhardt, B.A. & Caron, F. 2013. Sea-level rise and sediment budget controlling the evolution of a transgressive barrier in southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **42**:27–38. doi:10.1016/j.jsames.2012.07.002
- Lorente, F.L. & Meyer, K.E.B. 2010. Palinomorfos da vereda da Fazenda Urbano, município de Buritizeiro, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia - Série Botânica*, **65**:133–169.
- Lorscheitter, M.L.; Ashraf, A.R.; Bueno, R.M. & Mosbrugger, V. 1998. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part I. *Palaeontographica Abteilung B*, **246**:1–113.
- Lorscheitter, M.L.; Ashraf, A.R.; Windisch, P.G. & Mosbrugger, V. 1999. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part II. *Palaeontographica Abteilung B*, **251**:72–234.
- Luz, C.F.P.; Barth, O.M. & Silva, C.G. 2005. Spatial distribution of palynomorphs in the surface sediments of the Lagoa do Campelo lake, North region of Rio de Janeiro State, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, **19**:41–752. doi:10.1590/S0102-33062005000400009
- Luz, C.F.P.; Barth, O.M. & Silva, C.G. 2010. Modern processes of palynomorph deposition at lakes of the northern region of the Rio de Janeiro state, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **82**:679–690. doi:10.1590/S0001-37652010000300016
- Magyari, E.K. et al. 2014. Vegetation and environmental responses to climate forcing during the Last Glacial Maximum and deglaciation in the East Carpathians: attenuated response to maximum cooling and increased biomass burning. *Quaternary Science Reviews*, **106**:278–298. doi:10.1016/j.quascirev.2014.09.015
- Marangoni, J.C. 2003. Caracterização da paisagem de uma área de preservação: estudo de caso da Lagoinha (Rio Grande, RS). *Atlântica*, **25**:163–169.

- Marangoni, J.C. & Costa, C.S.B. 2009. Diagnóstico ambiental das marismas no estuário da Lagoa dos Patos - RS. *Atlântica*, **3**:85–98.
- Marchant, R. *et al.* 2002. Distribution and ecology of parent taxa of pollen lodged within the Latin American Pollen Database. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **121**:1–75. doi:10.1016/S0034-6667(02)00082-9
- Masciadri, S.; Stutz, S. & García-Rodríguez, F. 2013. Modern pollen-vegetation relationship of plant communities in the Uruguayan Atlantic coast. *Revista Brasileira de Botânica*, **36**:31–44. doi:10.1007/s40415-013-0006-5
- Medeanic, S. 2004. The distribution of palynomorphs in the superficial sediments on the margin of the Patos lagoon estuary, RS, Brazil, as compared with the actual vegetation. *Iheringia - Série Botânica*, **59**:183–200.
- Medeanic, S. 2006a. The palynomorphs from surface sediments of intertidal marshes in the estuarine part of the Patos lagoon. *Iheringia - Série Botânica*, **61**:49–62.
- Medeanic, S. 2006b. Freshwater algal palynomorph records from Holocene deposits in the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **141**:83–101. doi:10.1016/j.revpalbo.2006.03.012
- Medeanic, S.; Cordazzo, C. V. & Lima, L.G. 2008. Diversidade polínica de plantas em dunas no extremo sul do Brasil. *Gravel*, **6**:67–80. Medeanic, S. & Corrêa, I.C.S. 2007. Silicoflagellate *Dictyocha Ehrenberg* from the middle Holocene sediments in the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Española de Micropaleontología*, **39**:227–239.
- Medeanic, S. & Corrêa, I.C.S. 2010. Climatic changes in the coastal plain of the Rio Grande do Sul state in the Holocene: palynomorph evidences. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, **5**:287–297.
- Medeanic, S.; Corrêa, I.C.S. & Weschenfelder, J. 2007. Palinomorfos nos sedimentos de fundo da Laguna dos Patos-RS: aplicação nas reconstruções paleoambientais. *Gravel*, **5**:89–102.
- Medeanic, S. & Dillenburger, S.R. 2001. The Early Holocene palaeoenvironment history of the Tramandaí lagoon (RS, Brazil). In: CONGRESSO DO QUATERNÁRIO DE PAÍSES DE LÍNGUAS IBÉRICAS, 5, 2001. *Actas*, Lisboa, p. 402–405.
- Medeanic, S.; Hirata, F. & Dillenburger, S.R. 2010. Algal palynomorphs response to environmental changes in the Tramandaí Lagoon, southern Brazil, and climatic oscillations in the 20th Century. *Journal of Coastal Research*, **264**:726–735. doi:10.2112/08-1175.1
- Medeanic, S. & Silva, M.B. 2010. Indicative value of non-pollen palynomorphs (NPPs) and palynofacies for palaeoreconstructions: Holocene Peat, Brazil. *International Journal of Coal Geology*, **84**:248–257. doi:10.1016/j.coal.2010.08.015
- Medeanic, S.; Torgan, L.C.; Clerot, L.C.P.; Santos, C.B.; Clerot, L.C. & Santos, C.B. 2009. Holocene Marine Transgression in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil: palynomorph and diatom evidence. *Journal of Coastal Research*, **25**:224–233. doi:10.2112/07-0935.1
- Misra, S. & Bhattacharyya, A. 2014. Analysis of the late Holocene climate vis-a-vis vegetation dynamics along the southwest coast of India: Thrissur (Kerala). *Quaternary International*, **325**:150–161. doi:10.1016/j.quaint.2013.11.013
- Missouri Botanical Garden. 2018. *Missouri Botanical Garden*. Available at <http://www.mobot.org>; accessed on 04/20/2018.
- Möller, O.O.; Piola, A.R.; Freitas, A.C. & Campos, E.J.D. 2008. The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America. *Continental Shelf Research*, **28**:1607–1624. doi:10.1016/j.csr.2008.03.012
- Moss, P.T.; Kershaw, A.P. & Grindrod, J. 2005. Pollen transport and deposition in riverine and marine environments within the humid tropics of northeastern Australia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **134**:55–69. doi:10.1016/j.revpalbo.2004.11.003
- Mourelle, D. & Prieto, A.R. 2012. Modern pollen assemblages of surface samples and their relationships to vegetation in the campos region of Uruguay. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **181**:22–33. doi:10.1016/j.revpalbo.2012.05.003
- Mourelle, D. & Prieto, A.R. 2016. Pollen and spores from surface samples in the campos region of Uruguay and their paleoecological implications. *Acta Botanica Brasílica*, **30**:351–370. doi:10.1590/0102-33062016abb0117
- Palma, C.B. & Jarenkow, J.A. 2008. Estrutura de uma formação herbácea de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências*, **16**:114–124.
- Pillar, S.C.M.; Castilhos, Z.M.S. & Jacques, A.V.Á. 2009. *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília, MMA, 403 p.
- Piola, A.R.; Matano, R.P.; Palma, E.D.; Moller, O.O. & Campos, E.J.D. 2005. The influence of the Plata River discharge on the western South Atlantic shelf. *Geophysical Research Letters*, **32**:1–4. doi:10.1029/2004GL021638
- Pires, E.F. & Medeanic, S. 2006. Palynological implications of the presence of *Triglochin* in Holocene palaeoenvironmental reconstructions in the coastal plain of Rio Grande do Sul State, Brazil. *Revista Española de Micropaleontología*, **38**:93–101.
- PPG I. 2016. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. *Journal of Systematics and Evolution*, **54**:563–603. doi:10.1111/jse.12229
- Prieto, A.R. 1996. Late Quaternary vegetational and climatic changes in the Pampa grassland of Argentina. *Quaternary Research*, **45**:73–88. doi:10.1006/qres.1996.0007
- Rodríguez-Gallego, L.; Masciadri, S. & Nin, M. 2012. Modern vegetation and pollen relationships in four southwestern Atlantic coastal lagoons. *Estuaries and Coasts*, **35**:785–798. doi:10.1007/s12237-012-9476-0
- Saia, S.E.M.G.; Pessenda, L.C.R.; Gouveia, S.E.M.; Aravena, R. & Bendassolli, J.A. 2008. Last glacial maximum (LGM) vegetation changes in the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Quaternary International*, **184**:195–201. doi:10.1016/j.quaint.2007.06.029
- Sánchez-del-Pino, I.; Fuentes-Soriano, S.; Solís-Fernández, K.Z.; Pool, R. & Alfaro, R. 2016. The metareticulate pollen morphology of *Alternanthera* Forssk. (Gomphrenoideae, Amaranthaceae) and its taxonomic implications. *Grana*, **55**:253–277. doi:10.1080/00173134.2015.1120774
- Santos, M.G. & Sylvestre, L.S. 2001. Biodiversidade das angiospermas e pteridófitas: pteridófitas. Parte I. In: A.F. Costa & I.C.A., Dias (eds.) *Flora do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e arredores; Rio de Janeiro, Brasil: listagem, florística e fitogeografia: angiospermas, pteridófitas, algas continentais*, Museu Nacional, p. 143–152.
- SãoThiago, L.E.U.; Barros, M.A. & Barth, O.M. 2007. Deposição palinológica atual em sedimentos de superfície do solo no médio vale do rio Paraíba do Sul (estados de São Paulo e Rio de Janeiro). *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, **30**:55–64.
- Schmitt, J.L. & Windisch, P.G. 2010. Biodiversity and spatial distribution of epiphytic ferns on *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae) caudices in Rio Grande do Sul, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, **70**:521–528. doi:10.1590/S1519-69842010000300008

- Seeliger, U.; Cordazzo, C.V. & Barcellos, L. 2004. *Areias do Albardão: um guia ecológico ilustrado do litoral no extremo sul do Brasil*. Rio Grande, Editora Ecocientia, 96 p.
- Shtienberg, G.; Dix, J.K.; Roskin, J.; Waldmann, N.; Bookman, R.; Bialik, O.M.; Porat, N.; Taha, N. & Sivan, D. 2017. New perspectives on coastal landscape reconstruction during the Late Quaternary: a test case from central Israel. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **468**:503–519. doi:10.1016/j.palaeo.2016.12.045
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2005. *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 640 p.
- Stevens, P.F. 2001. *Angiosperm phylogeny website*. Available at <http://www.mobot.org>; accessed on 06/20/2017.
- Toledo, M.B.; Barth, O.M.; Silva, C.G. & Barros, M.A. 2009. Testing multivariate analysis in paleoenvironmental reconstructions using pollen records from Lagoa Salgada, NE Rio de Janeiro State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **81**:757–768. doi:10.1590/S0001-37652009000400013
- Tomazelli, L.J. 1993. O regime de ventos e a taxa de migração das dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, **20**:18–26. doi:10.22456/1807-9806.21278
- Traverse, A. 2007. *Paleopalynology*. 2^a ed. Dordrecht, Springer, 813 p. doi:10.1007/978-1-4020-5610-9
- Trojan-Rodrigues, M.; Alves, T.L.S.; Soares, G.L.G. & Ritter, M.R. 2012. Plants used as antidiabetics in popular medicine in Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, **139**:155–163. doi:10.1016/j.jep.2011.10.034
- Tyson, R.V. 1995. *Sedimentary organic matter: organic facies and palynofacies*. London, Chapman and Hall, 615 p.
- Weng, C.A.; Bush, M.B. & Silman, M.R.B. 2004. An analysis of modern pollen rain on an elevational gradient in southern Peru. *Journal of Tropical Ecology*, **20**:113–124. doi:10.1017/S0266467403001068
- Willard, D.A.; Bernhardt, C.E.; Weimer, L.; Cooper, S.R.; Gamez, D. & Jensen, J. 2004. Atlas of pollen and spores of the Florida Everglades. *Palynology*, **28**:175–227. doi:10.2113/28.1.175
- Woo, H.J.; Oertel, G.F. & Kearney, M.S. 1998. Distribution of pollen in surface sediments of a barrier-lagoon system, Virginia, USA. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **102**:289–303. doi:10.1016/S0034-6667(98)80011-0
- Ybert, J.-P.; Bove, C.P. & Carvalho, M.A. 2017. *Esporos e grãos de pólen de plantas aquáticas da zona litoral do Sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 68 p.
- Ybert, J.-P.; Carvalho, M.A. & Scheel-Ybert, R. 2012. *Dicionário temático de morfologia esporopolínica*. Rio de Janeiro, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 100 p.

Received in 23 October, 2018; accepted in 28 December, 2019.