

MORFOLOGIA POLÍNICA DE TÁXONS FLORESTAIS DA FAMÍLIA POACEAE NATIVOS DO SUL DO BRASIL E SUA IMPLICAÇÃO NOS REGISTROS FÓSSEIS QUATERNÁRIOS

Jefferson Nunes Radaeski^{1,2}

Soraia Girardi Bauermann²

Antonio Batista Pereira¹

RESUMO

Neste estudo, foi analisada a morfologia polínica de 11 espécies dos diferentes gêneros nativos florestais da família Poaceae do extremo sul do Brasil para averiguar se seus grãos de pólen são diferentes do pólen de gramíneas campestres dos ecossistemas da América do Sul. Embora grãos de pólen de gramíneas sejam relacionados à vegetação campestre quando identificados em sedimentos quaternários, algumas espécies dessa família são florestais e sua morfologia polínica é desconhecida para o sul do Brasil. Foram averiguadas diferenças entre os grãos de pólen florestais de Poaceae e o pólen de vegetação campestre dessa família já descrito para a região. Espécies florestais de Poaceae demonstraram grãos de pólen maiores do que os grãos de pólen de espécies campestres. Comparando-se os grãos de pólen dos diferentes gêneros florestais, podem-se distinguir dois padrões que estão relacionados ao tipo de hábito. Espécies florestais herbáceas apresentaram grãos de pólen menores que as espécies arbóreas que podem alcançar o estrato superior da floresta. As informações apresentadas indicam que é possível a distinção de padrões entre grãos de pólen de gramíneas florestais em relação ao hábito e que seus grãos podem ser distinguidos dos de espécies campestres em registros fósseis quaternários do sul da América do Sul.

Palavras-chave: Gramíneas; Pampa; Mata Atlântica

ABSTRACT

Pollen morphology of forests Poaceae native of southern Brazil and its implications in the Quaternary fossil records. In this study we analyzed the pollen morphology of different native genera forest of the Poaceae family from southern Brazil. The objective of this study is to determine if Poaceae pollen grains forests are different from Poaceae pollen grains grasslands of South America ecosystems. Although Poaceae pollen grains are related to grassland when identified in quaternary sediments, some species of this family are forest and its pollen morphology is unknown to the south of Brazil. We observed differences between forest Poaceae pollen grains and pollen from grassland this family already described for the region. Poaceae pollen grains of forest species showed larger size than pollen grains grassland species. Comparing the pollen grains of different forest genera we can distinguish two patterns that are related with habit. Herbaceous forest species has smallest pollen grains that tree species. The pollen data presented indicate that it is possible to distinguish between patterns of Poaceae pollen grains in relation to the habit and than their pollen grains can be distinguishing of the grassland species in Quaternary fossil record of southern South America.

Keywords: Grasses; Pampa; Atlantic Forest

¹ Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Campus São Gabriel, RS, Brasil. E-mail para correspondência: jefferson.radaeski@gmail.com

² Lab. de Palinologia, Universidade Luterana do Brasil – ULBRA, Canoas, RS.

INTRODUÇÃO

A família Poaceae tem grande importância ecológica no sul da América do Sul, por ser uma das três famílias com maior número de espécies em campos naturais (Pillar et al., 2009). Além disso, espécies dessa família apresentam papel crucial nas dinâmicas da vegetação no passado no sul do Brasil, determinando a principal formação vegetacional no final do Pleistoceno, quando predominavam os campos (Behling et al., 2004; Behling et al., 2005; Bauermann et al., 2008).

A vegetação atual do Rio Grande do Sul tem cerca de 450 espécies da família Poaceae distribuídas em 18 tribos e nove subfamílias (Boldrini et al., 2008; Boldrini e Longhi-Wagner, 2011). As poucas descrições ou ilustrações polínicas dessa família aliadas à condição estenopolínica dificultam a identificação de palinomorfos em menor nível taxonômico. Essa dificuldade agrava-se, pois os únicos táxons com grãos de pólen descritos para Poaceae pertencem à vegetação campestre (Tedesco et al., 1999; Wilberger et al., 2004; Medeanic et al., 2008; Nakamura et al., 2010; Radaeski et al., 2011; Bauermann et al., 2013; Radaeski et al., 2014a; Radaeski et al., 2014b). A morfologia polínica de espécies florestais de Poaceae do Rio Grande do Sul e do Brasil é desconhecida, gerando maior dificuldade para refinamento polínico.

Cerca de 50 espécies florestais da família Poaceae estão distribuídas no Rio Grande do Sul, representadas principalmente pelas subfamílias Anomochlooideae, Bambusoideae e Pharoideae, todas espécies com metabolismo C_3 e ciclo de vida estival. Anomochlooideae tem somente uma espécie distribuída no nordeste do Estado (*Streptochaeta spicata*, tribo Streptochaeteae), enquanto a subfamília Pharoideae, representada por duas espécies do gênero *Pharus* (tribo Phareae), está distribuída no estrato herbáceo de diferentes florestas (Boldrini et al., 2008; Boldrini e Longhi-Wagner, 2011). A subfamília Bambusoideae tem o maior número de espécies florestais da família Poaceae do Rio Grande do Sul, representada pela tribo Bambuseae por 23 táxons de bambus lignificados dos gêneros *Chusquea*, *Colantheria*, *Guadua* e *Merostachys*, sendo *Chusquea* o gênero com maior número de espécies (Schmidt e Longhi-Wagner, 2009). A outra tribo que compõem a subfamília Bambusoideae, tribo Olyreae, é representada por três espécies de bambus herbáceos dos gêneros *Olyra* e *Parodiolyra* (Boldrini e Longhi-Wagner, 2011). A tribo Paniceae apresenta 20 táxons florestais destacando-se o gênero *Ichnanthus* e *Parodiophyllochloa* com maior número de espécies (Boechat, 2005) e a tribo Eragrostideae está representada nas florestas somente pela espécie *Muhlenbergia schreberi* (Boldrini e Longhi-Wagner, 2011).

Ressalta-se o florescimento raro de várias espécies florestais da família Poaceae que dificulta estudo sobre sua morfologia polínica. O “taquaruçu” (*Guadua trinitii*) floresce a cada 30 anos e apresenta somente sete registros de observação de material fértil no Rio Grande do Sul. Assim como a “taquara-lixá” (*Merostachys multiramea*) que também floresce a cada 30 anos e morre após esse evento. *Chusquea juergensii* foi encontrada fértil no Rio Grande do Sul duas vezes, enquanto que *Colantheria cingulata* foi registrada fértil apenas uma vez (Boldrini et al., 2008; Schmidt e Longhi-Wagner, 2009).

Na América do Sul, existem poucas descrições de grãos de pólen de Poaceae florestais. Para os Andes da Venezuela, grãos de pólen de 12 espécies florestais de Poaceae foram analisados demonstrando que táxons da família Bambusoideae têm grãos de pólen maiores que de outras subfamílias (Salgado-Labouriau, 1990). Heusser (1971) descreveu o grão de pólen *Chusquea quila* para o Chile, mostrando que seus grãos de pólen têm tamanho médio a grande e ornamentação psilada. Na Argentina, Markgraf e D'Antoni

(1978) também encontraram o mesmo tipo de ornamentação para *Chusquea culeou* com grãos de pólen grandes, os maiores grãos de pólen da família Poaceae na Argentina.

Recentemente, Jan et al. (2014), avaliando a variação de tamanho de grãos de pólen de espécies C_3 e C_4 aliados ao nível de ploidia, mostraram que espécies de gramíneas poliplóides têm grãos de pólen maiores que os diploides, enquanto táxons com metabolismo C_4 têm uma tendência a ter maior tamanho que espécies C_3 .

Entretanto, devido à avaliação de táxons de diferentes ecossistemas campestres distribuídos ao redor do mundo, o estudo amplo de grãos de pólen de gramíneas em um único ecossistema é necessário para confirmar se essas variações ocorrem de modo regional. Neste estudo, utilizamos abordagens morfométricas juntamente com microscopia óptica e eletrônica de varredura como tentativa de distinguir grãos de pólen de espécies florestais de Poaceae no sul da América do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Medidas e Microscopia Óptica

A partir de coletas de material polínico de espécies florestais da família Poaceae depositadas no herbário ICN (Tabela 1), os grãos de pólen foram processados pela técnica de acetólise descrita por Erdtman (1952). As lâminas montadas com gelatina glicerizada estão depositadas na Palinoteca do Laboratório de Palinologia da Universidade Luterana do Brasil. As descrições e mensurações polínicas foram realizadas com aumento de 1000x em microscópio Leica CME. Foi determinada a unidade polínica, tamanho do grão de pólen, simetria, polaridade, âmbito, forma, quantidade de aberturas, ornamentação, espessura de sexina e nexina conforme terminologias propostas por Barth e Melhem (1988) e Punt et al. (2007). Além disso, foram medidos 25 grãos de pólen escolhidos ao acaso considerando seis parâmetros (Figura 1):

1. Diâmetro polar (P) medido na vista equatorial do grão de pólen;
2. Diâmetro equatorial (E) medido na vista equatorial do grão de pólen;
3. Espessura da exina (Ex) do grão de pólen;
4. Diâmetro do poro (Dp) medidos em vista polar e vista equatorial do grão de pólen;
5. Diâmetro do ânulo (Da) medidos em vista polar e vista equatorial do grão de pólen;
6. Espessura do ânulo (Ea) medidos em vista polar e vista equatorial do grão de pólen;

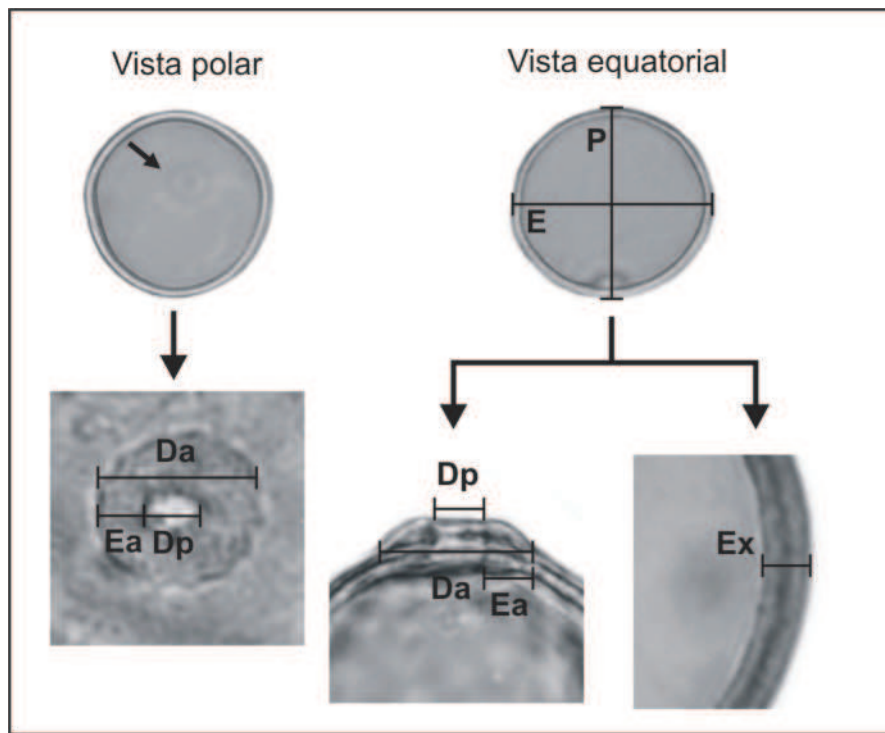


Figura 1. Os seis parâmetros medidos nos grãos de pólen florestais de Poaceae. Diâmetro polar (P); diâmetro equatorial (E); espessura da exina (Ex) em vista equatorial; diâmetro do poro (Dp); diâmetro do ânulo (Da); e espessura do ânulo (Ea) medidos em vista polar e equatorial do grão de pólen.

Tabela 1. Informações relativas ao material examinado.

Espécies	Local da coleta	Data da coleta	Coletor	Herbário
<i>Chusquea juergensii</i>	Passo Fundo - RS	07/I/1974	J.Valls, H.Longhi-Wagner e A. Barcellos, 3081	ICN 25141
<i>Colanthea cingulata</i>	Araricá - RS	28/VIII/2009	R. Schmidt & Ene, s.n.	ICN 190425
<i>Guadua trinitii</i>	Guaíba - RS	01/VIII/1998	N.I. Matzemberger, 2293	ICN 151025
<i>Ichnanthus pallens</i>	Guaíba - RS	12/III/1976	V. Citadini, 59	ICN 34620
<i>Lithachne pauciflora</i>	Tenente Portela	31/X/1971	Valls, Lindeman, Irgang, Oliveira & Pott, 1782	ICN 9671
<i>Merostachys multiramea</i>	Santa Cruz do Sul - RS	2003	V. Kinupp, s.n.	ICN 152702
<i>Muhlenbergia schreberi</i>	Estrela Velha - RS	04/IV/2004	R. Trevisan, s.n.	ICN 138328
<i>Olyra latifolia</i>	Morrinhos do Sul - RS	22/IX/2011	L.C. Mancino, T.B. Guimarães, L.R.M. Batista, G.E. Ferreira, s.n.	ICN 182413
<i>Parodiolyra micrantha</i>	Gravataí - RS	16/IX/1972	José Valls, Jeanice Jung & Ana M. Barcellos, 2151	ICN 10213
<i>Pharus lappulaceus</i>	Gravataí - RS	IV/1971	L.R.M. Baptista, s.n.	ICN 33404
<i>Streptochaeta spicata</i>	Torres - RS	28/III/1970	José F.M. Valls, 1055	ICN 9669

Fotomicrografias em microscopia óptica dos grãos de pólen de cada espécie foram realizadas da vista polar, vista equatorial, detalhe da ornamentação, detalhe da exina e detalhe da abertura, sempre acompanhadas de escalas para ilustrar suas morfologias.

Microscopia Eletrônica de Varredura

Após o procedimento químico de acetólise, foi precipitada uma gota de glicerol contendo o material polínico no stub, os grãos de pólen foram metalizados com ouro/paládio através de um evaporador de metais, possibilitando a observação das morfologias e ultra-estruturas polínicas. Fotomicrografias em microscopia eletrônica de varredura foram realizadas dos grãos de pólen, ornamentações e detalhe das aberturas.

Panorama Geral da Vegetação e do Clima Durante o Quaternário no Rio Grande do Sul

O campo era a vegetação predominante durante o final do Pleistoceno e início do Holoceno no sul do Brasil, indicada pelas altas concentrações de grãos de pólen da vegetação campestre (principalmente de táxons de Poaceae, Cyperaceae e Asteraceae) nos registros fósseis para esse período. A vegetação campestre predominou no sul do Brasil entre aproximadamente 42.000 e 10.000 anos antes do presente quando o clima era frio e seco. A partir do início do Holoceno começou a expansão das florestas em condições climáticas mais úmidas. No Holoceno tardio, ocorreram períodos mais quentes e as florestas substituem a vegetação campestre (Bauermann, 2003; Behling et al., 2004; Behling et al., 2005).

Vegetação e Clima Atual do Rio Grande do Sul

O território do Rio Grande do Sul atualmente apresenta dois biomas: Pampa e Mata Atlântica (IBGE, 2004). O bioma Mata Atlântica está localizado na porção norte do Estado, onde diferentes formações florestais estão distribuídas, tais como a Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional Semidecidual. Além das florestas, ocorrem, no planalto dessa região, os Campos de Cima da Serra (Boldrini, 2009; Oliveira, 2009). No nordeste do Rio Grande do Sul, ocorrem as temperaturas mais baixas do Estado (temperatura mínima média anual de 3°C e temperatura máxima média anual de 15°C). Na metade norte do Rio Grande do Sul, também estão concentrados os maiores índices pluviométricos que podem alcançar até 2.000 mm anuais (Rio Grande do Sul, 2012).

O bioma Pampa localizado na metade sul do Rio Grande do Sul apresenta o predomínio da vegetação campestre entremeada por florestas de galeria. Os campos naturais são representados, principalmente, por espécies das famílias Poaceae, Asteraceae, Fabaceae e Cyperaceae (Rambo, 1956; Boldrini, 2009; Pillar et al., 2009). Com base na distribuição e abundância de táxons nas regiões do sul do Estado, são observadas diferentes fitofisionomias da vegetação de Campo (Hasenack et al., 2010). A metade sul do Rio Grande do Sul apresenta, em sua maior porção, temperatura mínima média anual de 16°C e temperatura máxima média anual de 24°C. Baixos índices pluviométricos são observados para porções da região sul do Estado, podendo apresentar 1.100 mm anuais em algumas áreas (Rio Grande do Sul, 2012).

Comparação entre Grãos de Pólen de Poaceae Atuais e Fósseis do Rio Grande do Sul

A partir dos dados obtidos no presente trabalho, pôde-se comparar as morfologias polínicas atuais de táxons florestais de Poaceae com os grãos de pólen fósseis dos sedimentos quaternários do Rio Grande do Sul. As variações de tamanho dos palinomorfos dos materiais fósseis aliadas às informações polínicas atuais fornecem maior refinamento polínico. Com base na relação pólen atual – pólen fóssil são gerados indicadores de quais grãos de pólen de Poaceae contidos nos sedimentos pertencem à vegetação florestal.

Análises Estatísticas

À elaboração do gráfico estatístico de Box-plot para demonstração da variação total de medida dos grãos de pólen, assim como o tamanho médio, foi utilizado o *software* BioEstat 5.0. O mesmo programa

estatístico foi utilizado para a elaboração do gráfico linear das medidas dos tamanhos dos grãos de pólen, diâmetros dos ânulos, diâmetros dos poros e espessura dos ânulos.

RESULTADOS

São apresentadas as descrições e ilustrações polínicas sob microscopia óptica e eletrônica de varredura de 11 espécies de diferentes gêneros florestais de Poaceae distribuídas no Rio Grande do Sul (Figuras 2 a 6). De modo geral, as espécies apresentaram grão de pólen mônade, simetria radial, heteropolar, âmbito circular, esférico, monoporado, poro circular com ânulo localizado no pólo distal, ânulo com superfície ornamentada, exina tectada, columelada com ornamentação microequinada e sexina e nexina de mesma espessura (Tabela 2). Contudo, foram observadas diferenças em relação aos diâmetros dos grãos de pólen, poros e ânulos. As informações polínicas estão em ordem evolutiva conforme classificação de GPWG (2001) e são acompanhadas dos dados morfométricos.

Tabela 2. Informações sobre os grãos de pólen de espécies florestais de Poaceae do Rio Grande do Sul.

Tribo	Espécie	Tamanho	Diâmetro do grão de pólen (µm)	Diâmetro do poro (µm)	Diâmetro do ânulo (µm)	Espessura do ânulo (µm)	Exina (µm)	Figuras
Streptochaeteae	<i>Streptochaeta spicata</i>	pequeno a médio	28 (23-32)	3	9	3	1,32	2A-E
Bambuseae	<i>Chusquea juergensii</i>	médio a grande	44 (40-52)	5	12	3,5	1,08	2F-J
	<i>Colantheia cingulata</i>	médio a grande	58 (47-74)	5	14	4,5	1,32	2K-O
	<i>Guadua trinitii</i>	grande	60 (50-77)	5	14	4,5	1,52	2P-T
	<i>Merostachys multiramea</i>	médio a grande	50 (44-55)	5	14	4,5	1,52	3A-E
Olyreae	<i>Lithachme pauciflora</i>	médio	27 (25-28)	2	7	2,5	1	3F-J
	<i>Olyra latifolia</i>	pequeno a médio	27 (23-30)	2	6	2	1,08	3K-O
	<i>Parodiolyra micrantha</i>	médio	30 (26-37)	3	9	3	1	3P-T
Phareae	<i>Pharus lappulaceus</i>	pequeno a médio	25 (23-27)	3	8	2,5	1,08	4A-E
Eragrostideae	<i>Muhlenbergia schreberi</i>	médio	30 (26-35)	2	6	2	1,04	4F-J
Paniceae	<i>Ichnanthus pallens</i>	pequeno a médio	23 (22-26)	2	6	2	1	4K-O

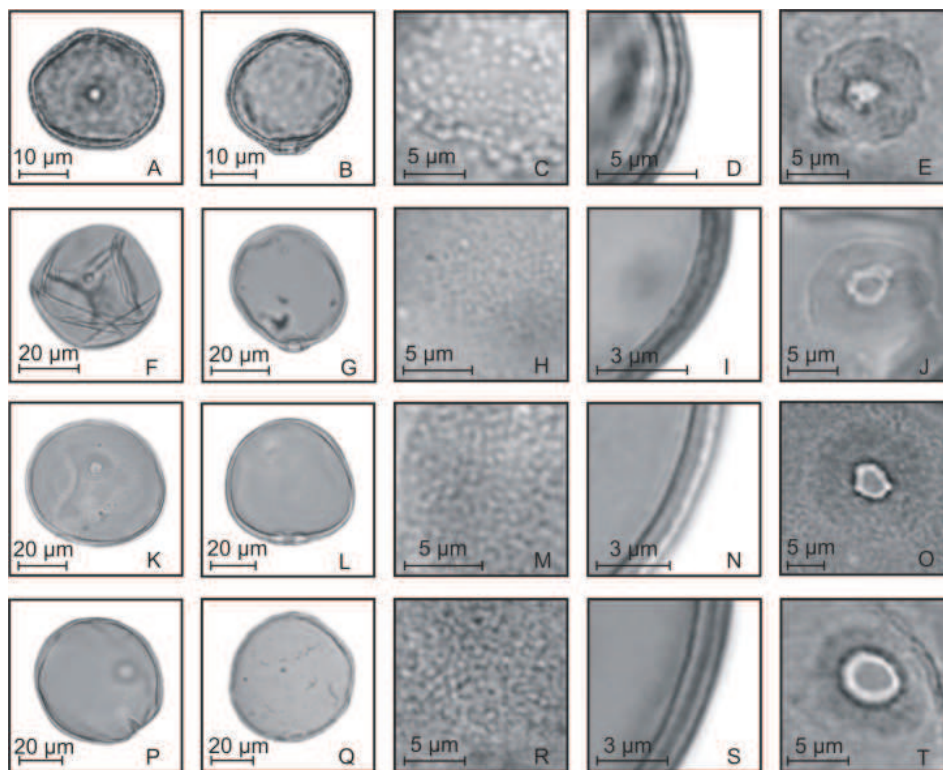


Figura 2. Grãos de pólen das subfamílias Anomochloioideae e Bambusoideae. A-E. *Streptochaeta spicata*: VP (A), VE (B), detalhe da ornamentação (C), detalhe da espessura da exina (D) e detalhe da abertura (E); F-J. *Chusquea juergensii*: VP (F), VE (G), detalhe da ornamentação (H), detalhe da espessura da exina (I) e detalhe da abertura (J); K-O. *Colantheia cingulata*: VP (K), VE (L), detalhe da ornamentação (M), detalhe da espessura da exina (N) e detalhe da abertura (O); P-T. *Guadua trinii*: VP (P), VE (Q), detalhe da ornamentação (R), detalhe da espessura da exina (S) e detalhe da abertura (T).

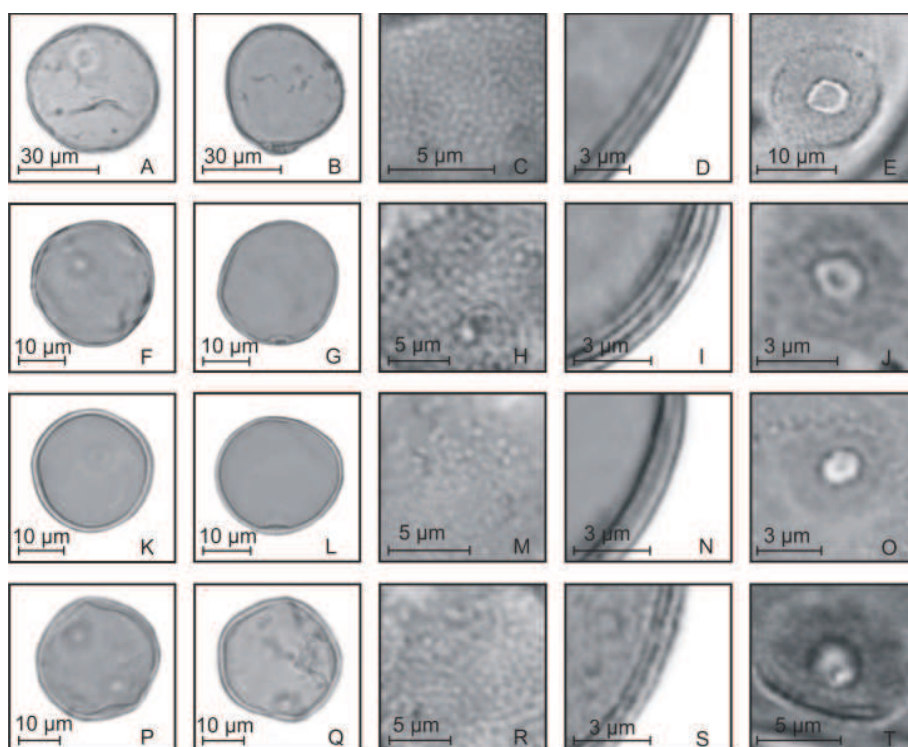


Figura 3. Grãos de pólen da subfamília Bambusoideae. A-E. *Merostachys multiramea*: VP (A), VE (B), detalhe da ornamentação (C), detalhe da espessura da exina (D) e detalhe da abertura (E); F-J. *Lithachne pauciflora*: VP (F), VE (G), detalhe da ornamentação (H), detalhe da espessura da exina (I) e detalhe da abertura (J); K-O. *Olyra latifolia*: VP (K), VE (L), detalhe da ornamentação (M), detalhe da espessura da exina (N) e detalhe da abertura (O); P-T. *Paradiolyra micrantha*: VP (P), VE (Q), detalhe da ornamentação (R), detalhe da espessura da exina (S) e detalhe da abertura (T).

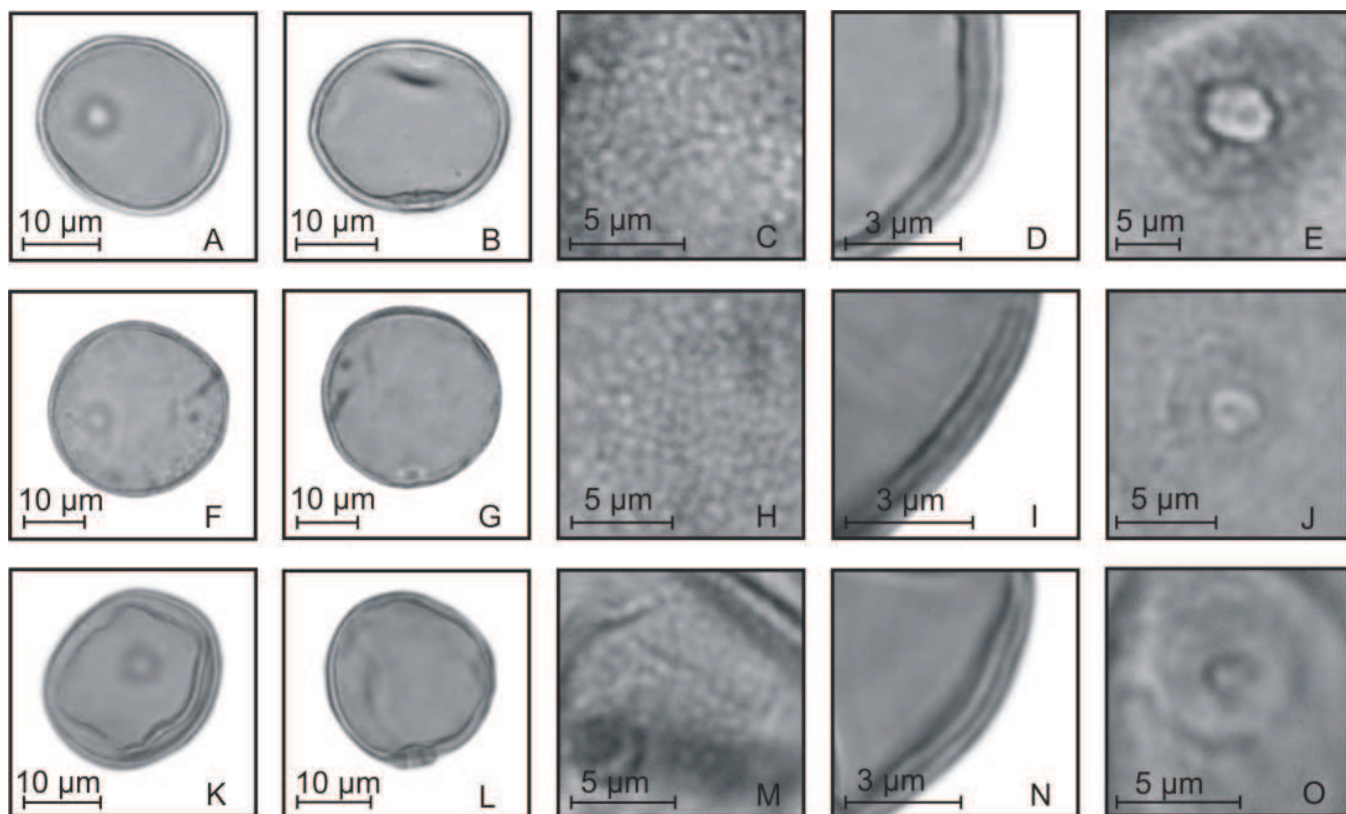


Figura 4. Grãos de pólen das subfamílias Pharoideae, Chloridoideae e Panicoideae. A-E. *Pharus lappulaceus*: VP (A), VE (B), detalhe da ornamentação (C), detalhe da espessura da exina (D) e detalhe da abertura (E); F-J. *Muhlenbergia schreberi*: VP (F), VE (G), detalhe da ornamentação (H), detalhe da espessura da exina (I) e detalhe da abertura (J); K-O. *Ichnanthus pallens*: VP (K), VE (L), detalhe da ornamentação (M), detalhe da espessura da exina (N) e detalhe da abertura (O).

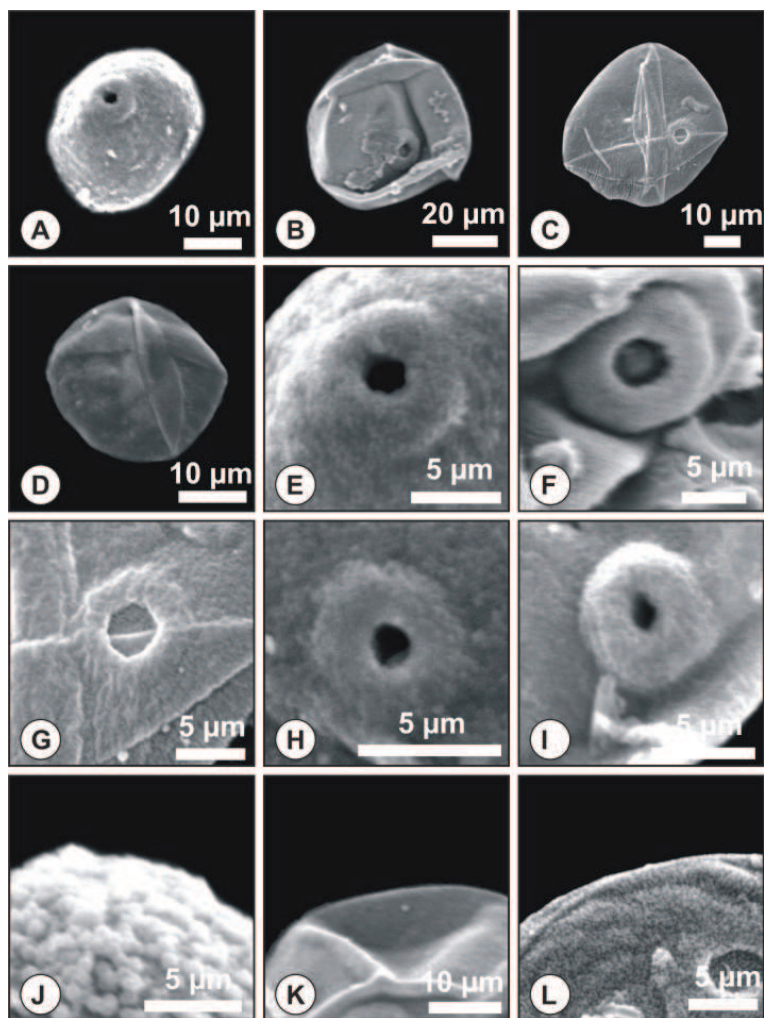


Figura 5. Microscopia eletrônica de varredura dos grãos de pólen de *Streptochaeta spicata* (A), *Chusquea juergensii* (B), *Guadua trinii* (C) e *Olyra latifolia* (D). Detalhe da abertura em microscopia eletrônica de *Streptochaeta spicata* (E), *Chusquea juergensii* (F), *Guadua trinii* (G), *Olyra latifolia* (H) e *Pharus lappulaceus* (I). Detalhe da ornamentação em microscopia eletrônica de varredura de *Streptochaeta spicata* (J), *Chusquea juergensii* (K) e *Guadua trinii* (L).

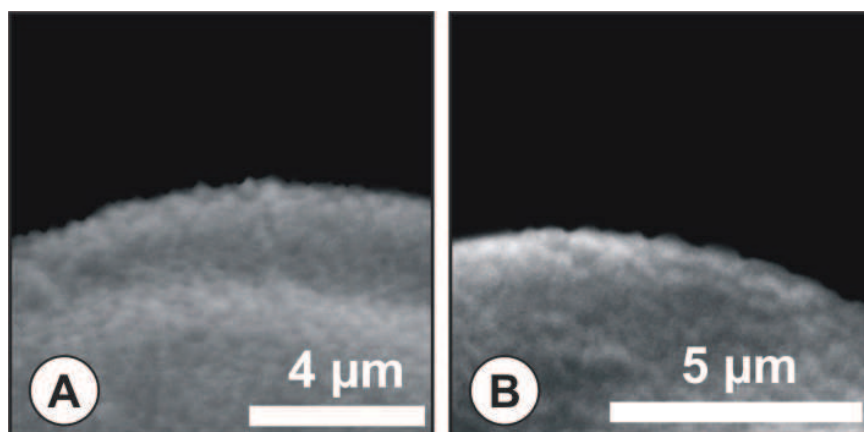


Figura 6. Detalhe da ornamentação em microscopia eletrônica de varredura de *Olyra latifolia* (A) e *Pharus lappulaceus* (B).

DISCUSSÃO

Dois padrões polínicos puderam ser estabelecidos com base no tamanho dos grãos de pólen de Poaceae florestais. Os grãos de pólen das espécies herbáceas apresentaram tamanhos menores (22-37 μm), enquanto que as espécies arbóreas demonstraram grãos de pólen maiores (40-77 μm). Essas informações permitem distinguir táxons florestais da família Poaceae de acordo com o estrato em que ocorrem na floresta (Figura 7, 8A).

As espécies florestais herbáceas apresentam amplitude de tamanho que se sobrepõem aos tamanhos dos grãos de pólen de táxons campestres de Poaceae do Rio Grande do Sul (Wilberger et al., 2004; Medeanic et al., 2008; Radaeski et al., 2011; Bauermann et al., 2013; Radaeski et al., 2014a; Radaeski et al., 2014b).

Por outro lado, por conta do tamanho maior dos grãos de pólen das espécies arbóreas, elas podem ser distinguidas dos demais táxons florestais, podendo-se obter, em alguns casos, resolução polínica em nível específico dentre as espécies nativas de Poaceae estudadas. Em relação as espécies da tribo Bambuseae, *Guadua trinii*, com ocorrência em diferentes florestas do RS, é a espécie com os maiores grãos de pólen (50-77 μm) das espécies nativas de Poaceae do Rio Grande do Sul, sendo seu grão de pólen indicativo desse tipo de vegetação. Em contrapartida, *Chusquea juergensii* apresentou os menores grãos de pólen da tribo (40-52 μm), indicando ocorrência da Floresta Ombrófila Mista além de matas de galeria (Schmidt e Longhi-Wagner, 2009). Entretanto, é necessário que as demais espécies desses gêneros tenham seus grãos de pólen descritos para confirmar as relações que possuem com os tipos de florestas. Salgado-Labouriau e Rinaldi (1990) já haviam destacado o tamanho maior dos grãos de pólen da tribo Bambuseae. Contudo, também ressaltam que outros táxons apresentam grãos de pólen com tamanho em sobreposição às espécies de bambus dos Andes Venezuelanos. Para o Chile, somente *Chusquea quila* teve seus grãos de pólen descritos para as espécies florestais de Poaceae desse país, demonstrando tamanho com variação de médio a grande (Heusser, 1971). Da mesma maneira, para a Argentina Markgraf e D'Antoni (1978), descreveram somente *Chusquea culeou* dentre as espécies florestais.

O tamanho dos grãos de pólen é proporcional aos diâmetros do ânulo, poro e espessura do ânulo (Figura 8B). Os maiores apresentaram os diâmetros mais largos de ânulo, poro e espessura do ânulo, assim como os menores demonstraram as proporcionais medidas para esses parâmetros.

Todos os grãos de pólen analisados apresentaram opérculo que dificilmente resiste à acetólise (Figura 9A-D). A presença de opérculo nos grãos de pólen da família Poaceae já havia sido observada (Erdtman, 1952; Heusser, 1971), ressaltando a sua fragilidade após os grãos de pólen serem submetidos ao procedimento químico. Com exceção de *Pharus lappulaceus* com abertura monoporada a diporada (Figura 9E-F), todos os táxons demonstraram abertura unicamente monoporada.

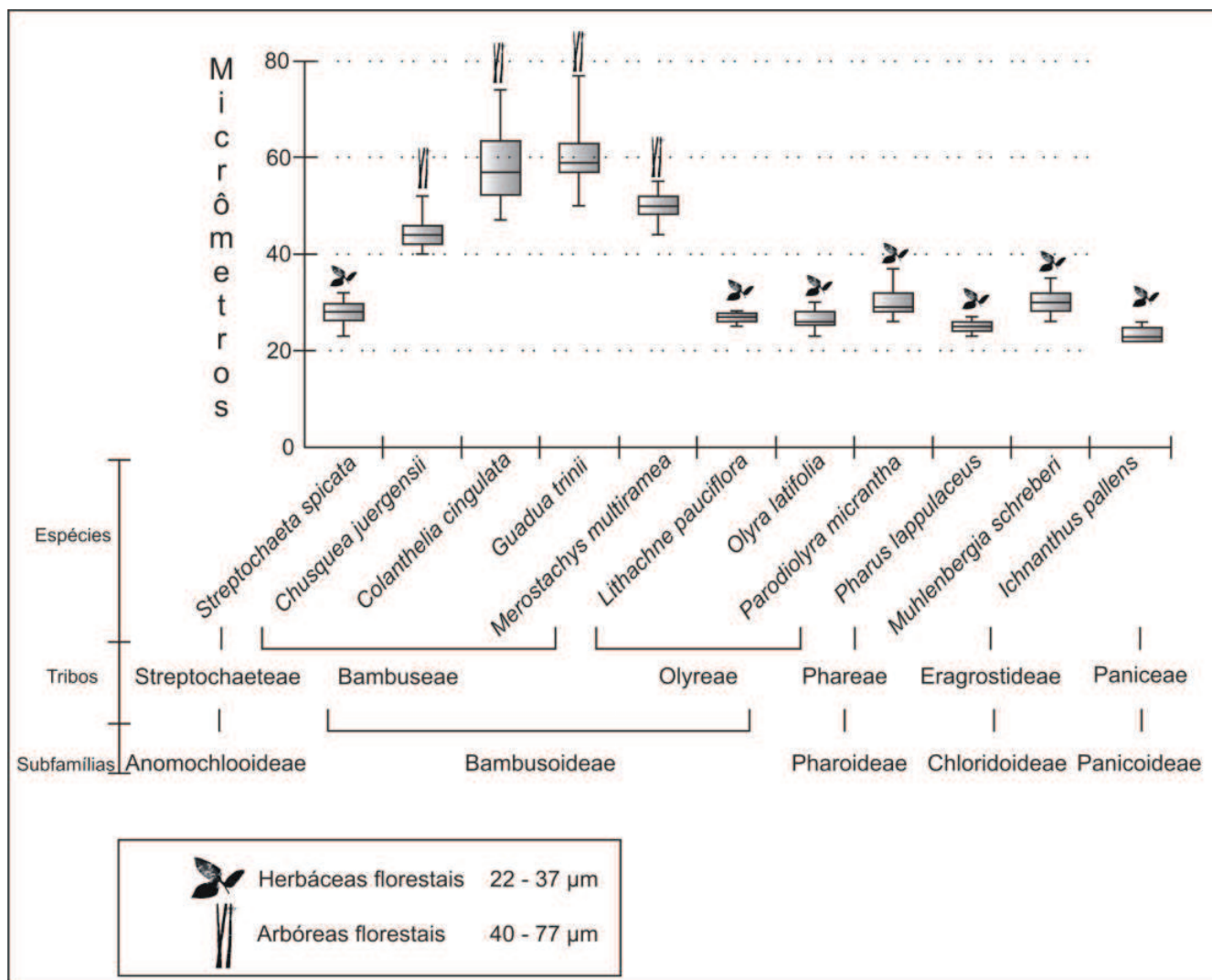


Figura 7. Box Plot dos diâmetros dos grãos de pólen florestais de Poaceae. A linha horizontal em negrito no interior da caixa representa a mediana. A caixa demonstra 50% dos interquartis; e as suíças, a amplitude de variação total.

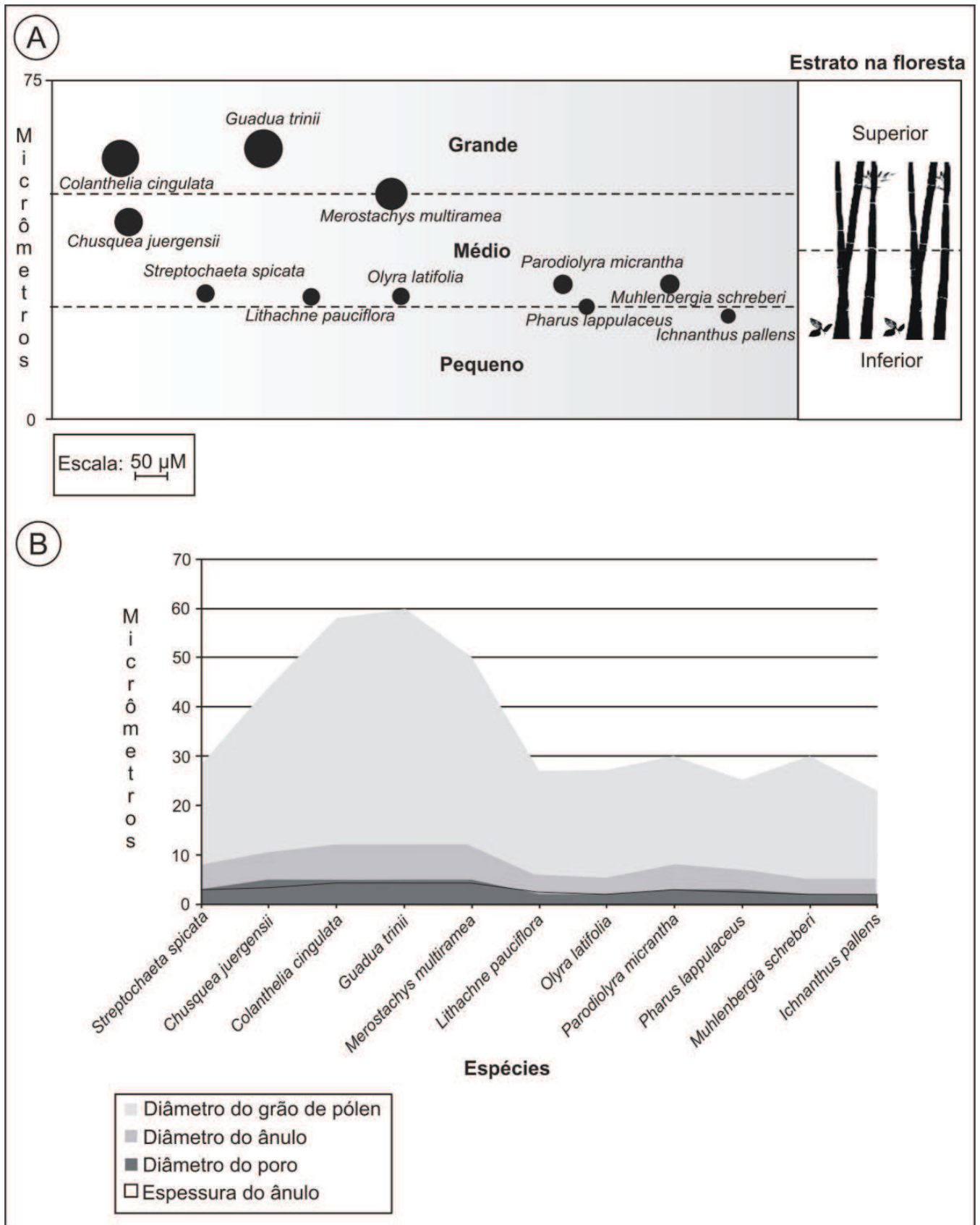


Figura 8. A. Gráfico demonstrativo dos diferentes tamanhos dos grãos de pólen florestais de Poaceae e suas representações no estrato inferior e superior das florestas do Rio Grande do Sul. B. Gráfico de área dos diâmetros dos grãos de pólen, ânulos, poros e espessuras dos ânulos das espécies florestais de Poaceae.

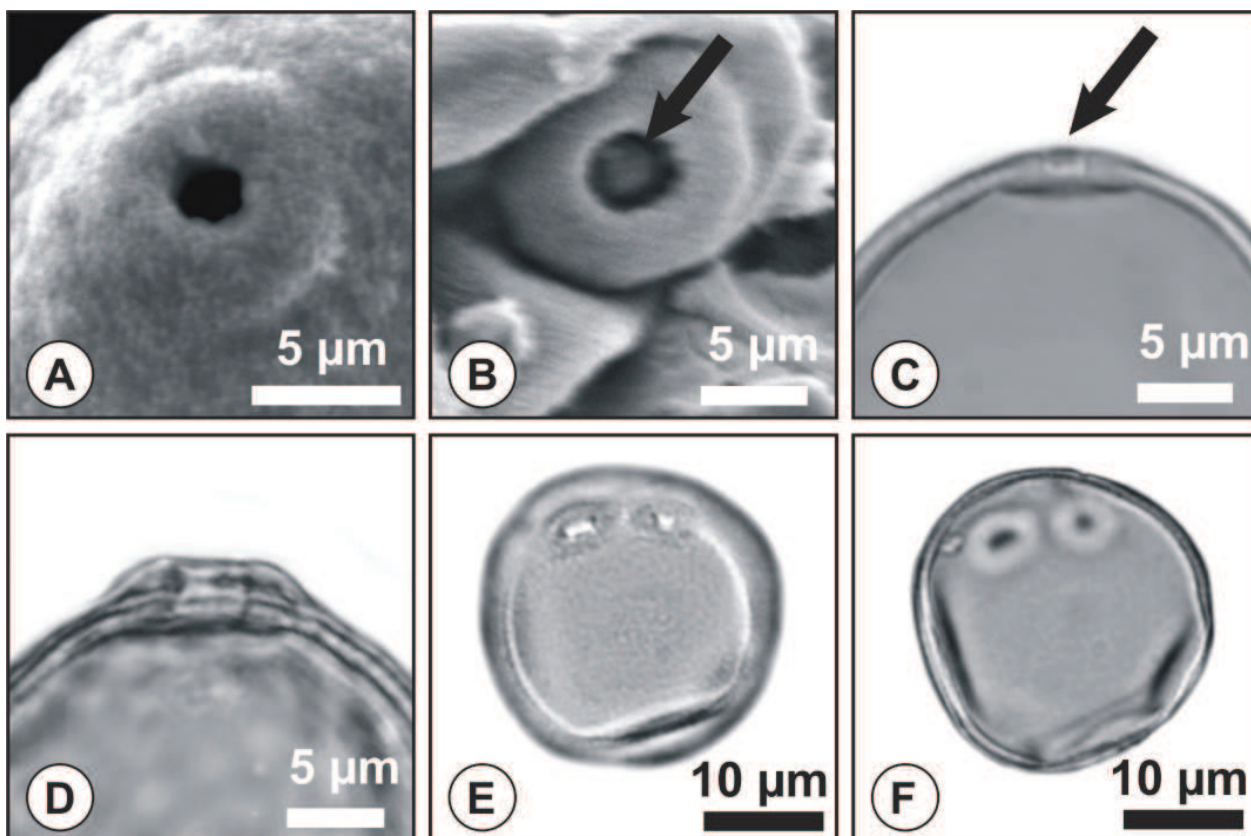


Figura 9. A. Detalhe do poro sem opérculo de *Streptochaeta spicata* em microscopia eletrônica de varredura. B. Detalhe da abertura de *Chusquea juergensii* com opérculo em microscopia eletrônica de varredura. C. Detalhe da abertura com opérculo de *Olyra latifolia* em microscopia óptica. D. Detalhe da abertura sem opérculo de *Streptochaeta spicata* em microscopia óptica. E. *Pharus lappulaceus* com abertura diporada em primeiro plano. F. *Pharus lappulaceus* com abertura diporada em segundo plano. Setas indicam o opérculo.

Implicações do Pólen Florestal de Poaceae nas Reconstituições Vegetacionais do Quaternário do Rio Grande do Sul

Em decorrência da morfologia uniforme dos grãos de pólen das espécies da família Poaceae, com sua característica abertura monoporada com ânulo e forma esférica, os grãos de pólen dessa espécie, contidos em sedimentos quaternários do Rio Grande do Sul, são identificados somente até a família e relacionados à vegetação campestre.

Como a morfologia polínica de espécies florestais de Poaceae do RS era desconhecida e o número de espécies campestres da família era superior, quando encontrados seus grãos de pólen nos registros fósseis, estes eram sempre vinculados à formação aberta (Campo). As informações apresentadas sobre os grãos de pólen de táxons florestais de Poaceae contribuem para melhor caracterização ambiental do registro fóssil, a partir dos grãos de pólen dessa família.

Quando os resultados obtidos neste trabalho são confrontados com as descrições polínicas já realizadas para o Quaternário do Rio Grande do Sul (Figura 10), observa-se uma relação entre os grãos de pólen dos táxons de Poaceae com as diferentes áreas e floras do Estado analisadas. Na planície costeira, grãos de pólen descritos para os sedimentos de Águas Claras e Barrocadas (Bauermann, 2003) apresentaram variação de tamanho de 26 a 50 µm. A partir dos dados aqui obtidos, os grãos de pólen de maior tamanho poderiam ser atribuídos a táxons de vegetação florestal, refinando a reconstituição paleovegetacional. Da

mesma forma, em Santo Antonio da Patrulha, outro local da Planície Costeira (Macedo et al., 2009), foi observada variação de tamanho de 25 a 48 μm , onde os maiores grãos de pólen poderiam estar relacionados aos fragmentos de mata citadas para o entorno da área de estudo.

Em vegetação do extremo oeste do Rio Grande do Sul, foram descritos grãos de pólen fósseis para entendimento sobre as dinâmicas da Savana Estépica Parque (Evaldt et al., 2013). Para tanto, foi incluída a descrição de táxons da família Poaceae obtendo-se variação de grãos de pólen com diâmetros entre 30 a 65 μm . Com base nos dados sobre a morfologia polínica de espécies florestais de Poaceae, os grãos de pólen maiores, contidos nesse sedimento, podem ser atribuídos à vegetação florestal, provavelmente proveniente da Mata Ciliar distribuída na Unidade de Conservação estudada.

A partir desta relação estabelecida entre as espécies florestais da família Poaceae e o tamanho de seus grãos de pólen, uma nova interpretação ambiental gerada com base nas análises da espécie dessa família pode se estender aos demais sítios quaternários estudados, como os de Capão do Leão, Guaíba e São Francisco de Paula, uma vez que esses sedimentos apresentaram os maiores grãos de pólen da família Poaceae com medidas variando de 50 μm a 60 μm (Neves, 1991; Neves et al., 2003; Leal e Lorscheitter, 2006; Roth e Lorscheitter, 2008; Scherer e Lorscheitter, 2009; Spalding e Lorscheitter, 2010).

As informações obtidas permitem identificar as alterações climáticas com base em grãos de pólen de Poaceae nos registros fósseis do sul do Brasil. O tamanho maior dos de táxons arbóreos florestais são indicadores de condições úmidas e podem ser utilizados para marcar a melhora climática durante o Quaternário no Rio Grande do Sul. Dessa maneira, grãos de pólen da família Poaceae, além de indicar a ocorrência da vegetação de Campo, também podem ser indicativos da vegetação florestal. Aqueles que possuem tamanho maior que 45 μm correspondem a espécies arbóreas florestais, enquanto que os com tamanhos abaixo desse limiar pertencem a táxons herbáceos.

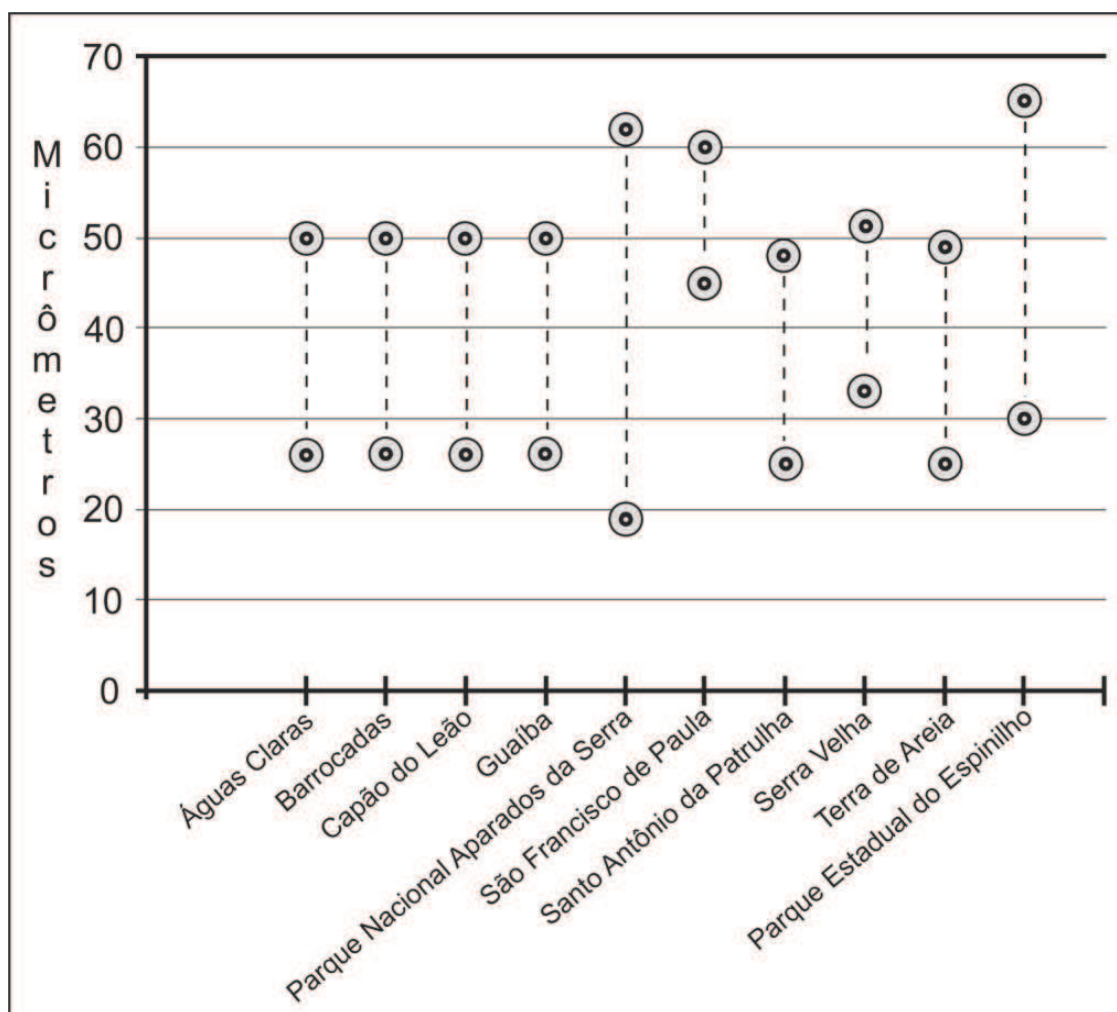


Figura 10. Variação total de tamanho dos grãos de pólen fósseis da família Poaceae em sedimentos quaternários do Rio Grande do Sul.

CONCLUSÕES

As espécies florestais de Poaceae no sul da América do Sul podem ser distinguidas em relação ao tamanho dos grãos de pólen. A diferença no tamanho está envolvida com o tipo de hábito dos táxons (herbáceo e arbóreo). As espécies arbóreas apresentaram grãos de pólen com tamanho maior que as espécies herbáceas. Espécies nativas arbóreas podem ser distinguidas tanto das espécies herbáceas florestais como de táxons campestres. Dessa forma, é possível a determinação de indicadores polínicos de ambientes úmidos com base nas informações de espécies arbóreas florestais. A morfologia polínica distinta de *Guadua trinii* permitiu a determinação desse tipo polínico indicador de florestas do RS.

Por outro lado, as espécies herbáceas florestais de Poaceae não podem ser distinguidas dos táxons campestres já descritos para o sul da América do Sul. Os grãos de pólen de outras espécies florestais que não foram apresentados no presente trabalho devem ser descritos para permitir a resolução taxonômica em nível de espécie com maior segurança.

Outros parâmetros além do tamanho dos grãos de pólen podem ser utilizados para a identificação dos de Poaceae, já que os diâmetros dos poros, ânullos e espessuras dos ânullos são proporcionais ao seu tamanho.

Informações com aplicações paleoecológicas, que antes eram desconhecidas, agora, são acessíveis em decorrência do refinamento polínico obtido. Os dados gerados neste estudo, sobre os grãos de pólen florestais de Poaceae, podem ser aplicados em trabalhos de palinologia do Quaternário já realizados ou em andamento.

A partir dessa abordagem, as dinâmicas paleovegetacionais das vegetações campestres e florestais podem ser melhor delimitadas com base na utilização do tamanho de grãos de pólen de Poaceae. A delimitação dos florestais abre nova possibilidade de reconstituição vegetal proporcionando maior fidedignidade a nível ambiental das formações campestres e florestais.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho faz parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor que agradece à CAPES pela concessão de bolsa de Mestrado. Ao Herbário ICN da UFRGS, pela consulta às exsicatas. Ao Prof. Dr. Angelo Alberto Schneider, da UNIPAMPA, pelo auxílio na identificação de material botânico.

REFERÊNCIAS

- BAUERMAN, S. G. 2003. **Análises palinológicas e evolução paleovegetacional das turfeiras de barrocas e Águas Claras, Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil**. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 137p.
- BAUERMAN, S. G. et al. 2008. Dinâmicas vegetacionais, climáticas e do fogo com base em palinologia e análise multivariada no Quaternário Tardio no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, **11**:87-96.
- BAUERMAN, S. G. et al. 2013. **Pólen nas angiospermas: diversidade e evolução**. Canoas: Editora da ULBRA, 216p.
- BEHLING, H.; PILLAR, V.; BAUERMAN, S. G. 2004. Late Quaternary *Araucaria* forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, inferred from a high-resolution pollen record of Cambará do Sul in southern Brazil. **Palaeogeograph, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, **203**:277-297.
- BEHLING, H.; PILLAR, V.; BAUERMAN, S. G. 2005. Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, **133**:235-248.
- BOECHAT, S. C. 2005. O gênero *Ichnanthus* (Poaceae – Panicoideae – Paniceae) no Brasil. **IHERINGIA, Série Botânica**, **60**:189-248.
- BOLDRINI, I. I.; LONGHI-WAGNER, H. M.; BOECHAT, S. C. 2008. **Morfologia e Taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 87p.
- BOLDRINI, I. I. 2009. **Biodiversidade dos Campos do Planalto das Araucárias**. 1. ed. Brasília: Editoração Luís Eduardo Magalhães - CID, Ministério do Meio Ambiente – MMA, Série Biodiversidade, 30, 240p.
- BOLDRINI, I. I.; LONGHI-WAGNER, H. M. 2011. Poaceae no Rio Grande do Sul: Diversidade, Importância na Fitofisionomia e Conservação. **Ciência & Ambiente**, **42**:71-92.
- ERDTMAN, G. 1952. **Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms**. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 539p.
- EVALDT, A. C. P.; BAUERMAN, S. G.; SOUZA, P. A. 2013. Descrições morfológicas de palinomorfos holocênicos de um fragmento da Savana Estépica Parque em Barra do Quaraí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociên-**

cias, 40(3):209-232.

GPWG, Grass Phylogeny Working Group. 2001. Phylogeny and subfamilial classification of the grasses (Poaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 88:373-457.

HASENACK, H. et al. 2010. Mapa de Sistemas Ecológicos da Ecorregião das Savanas Uruguaias em escala 1:500.000 ou superior e Relatório Técnico descrevendo insumos e metodologia de elaboração do mapa de Sistemas Ecológicos. **Relatório Técnico**: 9 e Nature Conservancy, 1-18. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/Publicacoes/Relatorios/2010/Relatorio_projeto_IB_CECOL_TNC_produto_4.pdf>. Acesso em: 24 maio 2015.

HEUSSER, C. J. 1971. **Pollen and spores of Chile**. Arizona: Tucson, University of Arizona Press, 167p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Mapa de Biomas do Brasil. Primeira aproximação. Disponível em: <http://www2.ibge.gov.br/download/mapas_murais/biomas_pdf.zip>. Acesso em: 14 maio 2015.

JAN, F.; SCHULER, L.; BEHLING, H. 2014. Trends of pollen grain size variation in C3 and C4 Poaceae species using pollen morphology for future assessment of grassland ecosystem dynamics. **Grana**, 53:1-17.

LEAL, M. G.; LORSCHREITTER, M. L. 2006. Pólen, esporos e demais palinórfos de sedimentos holocênicos de uma floresta paludosa, Encosta Inferior do Nordeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, 61(1-2):13-47.

MACEDO, R. B.; SOUZA, P. A.; BAUERMAN, S. G. 2009. Catálogo de pólenes, esporos e demais palinórfos em sedimentos holocênicos de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, 64(2):43-78.

MARKGRAF, V.; D'ANTONI, H. 1978. **Pollen flora of Argentina**. Arizona: Tucson, University of Arizona Press, 208p.

MEDEANIC, S.; CORDAZZO, C. V.; LIMA, L. G. 2008. Diversidade polínica de plantas em dunas no extremo sul do Brasil. **Gravel**, 6:67-80.

NAKAMURA, A. T.; LONGHI-WAGNER, H. M.; SCATENA, V. L. 2010. Anther and pollen development in some species of Poaceae (Poales). **Brazilian Journal Biology**, 70:351-360.

NEVES, P. C. P. 1991. **Palinologia de Sedimentos de uma Mata Tropical paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte, RS, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 166p.

NEVES, P. C. P.; BAUERMAN, S. G.; KROEFFE, V. N. 2003. Catálogo palinológico em 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 Leopoldense**, 26(56):35-45.

OLIVEIRA, M. L. A. A. 2009. A vegetação atual do Rio Grande do Sul, Brasil. In: A. M. Ribeiro; S. G. Bauermann; C. S. Scherer. (Org.). **Quaternário do Rio Grande do Sul: integrando conhecimentos**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Paleontologia, p. 39-79.

PILLAR, V. D. P. et al. 2009. **Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 403p.

RADAESKI, J. N. et al. 2011. Grãos de pólen das formações campestres sul-brasileiras. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, 9:59-67.

RADAESKI, J. N.; EVALDT, A. C. P.; BAUERMAN, S. G. 2014a. Grãos de pólen de espécies ocorrentes na Unidade de Conservação Parque Estadual do Espinilho, Barra do Quaraí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, Botânica, 65:305-331.

RADAESKI, J. N. et al. 2014b. Diversidade de grãos de pólen e esporos dos Campos do sul do Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. **Iheringia**, Série Botânica, 69:107-132.

RAMBO, B. 1956. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Selbach, 456p.

- RIO GRANDE DO SUL. 2012. Atlas Climático Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.r3pb.com.br/Atlas-CemetRS/#/I/zoomed>>. Acesso em: 28 abr. 2015.
- ROTH, L.; LORSCHUITTER, M. L. 2008. Palinomorfos de um perfil sedimentar em uma turfeira do Parque Nacional dos Aparados da Serra, leste do Planalto do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, **63**:69-100.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L.; RINALDI, M. 1990. Palynology of Gramineae of the Venezuelan Mountains. **Gra-na**, **29**:119-128.
- SCHERER, C.; LORSCHUITTER, M. L. 2009. Pólen de gimnospermas e angiospermas em sedimentos quaternários de duas matas com Araucária, planalto leste do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, **23**(3):681-696.
- SCHMIDT, R.; LONGHI-WAGNER, H. M. 2009. A tribo Bambuseae (Poaceae, Bambusoideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, **7**:71-128.
- SPALDING, B. B. C.; LORSCHUITTER, M. L. 2010. Palinologia de sedimentos da turfeira do Banhado Amarelo, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Gimnospermas e angiospermas. **Hoehnea**, **37**(3):419-434.
- TEDESCO, S. B.; BATTISTIN, A.; VALLS, J. F. M. 1999. Diâmetro dos grãos de pólen e tamanho dos estômatos em acessos diplóides e tetraplóides de *Hemarthria altissima* (Poiret) Stapf & Hubbard (Gramineae). **Ciência Rural**, **29**:273-276.
- WILBERGER, T. P. et al. 2004. **Flora do Setor Oriental do Planalto Sul-rio-grandense**. Guia de espécies vegetais. São Leopoldo: Evangraf, 53p.