

Morfologia polínica de espécies da família *Asteraceae* Martinov nos cerros da Campanha do Rio Grande do Sul, Brasil

Jefferson Nunes Radaeski, Andreia Cardoso Pacheco Evaldt & Soraia Girardi Bauermann

Universidade Luterana do Brasil, Laboratório de Palinologia, Av. Farroupilha, 8001, São José, Canoas, RS, CEP 92.425-900 Canoas, RS, Brasil.
jefferson.radaeski@gmail.com, andreia.pacheco@ulbra.br, soraia.bauermann@ulbra.br

Recebido em 20.III.2015

Aceito em 07.XI.2016

RESUMO – Neste estudo é apresentada a morfologia dos grãos de pólen de 15 espécies da família *Asteraceae* coletadas nos cerros da Campanha do Rio Grande do Sul, com o intuito de fornecer características polínicas para identificação de táxons da família. Foram analisados os grãos de pólen de espécies provenientes de três cerros da Campanha do Estado coletadas nos municípios de Alegrete (Cerro do Tigre) e Quaraí (Cerro do Jarau e Cerro da Tapera). Além da descrição morfológica dos grãos de pólen, os dados são confrontados com informações de produção polínica e análises estatísticas de comparação entre atributos polínicos das espécies. A descrição polínica aliada a outras abordagens demonstrou ser recurso apropriado para utilização na identificação de palinómorfs da Campanha do Estado, já que o agrupamento ou separação de táxons conforme suas diferenças morfológicas fornecem informações que contribuem para melhor caracterização polínica da família *Asteraceae* no Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: bioma Pampa, grãos de pólen, palinologia

ABSTRACT – Pollen morphology of species of the family *Asteraceae* Martinov in the “cerros” of “Campanha” of Rio Grande do Sul, Brazil. In this study, the morphology of pollen grains of 15 species of *Asteraceae* collected in the “cerros” of the “Campanha” of Rio Grande do Sul are presented. The aim of this investigation was provided characteristics for the identification of pollen grain of the taxa of this family. The pollen grains of species from three “cerros” of “Campanha” of the State were characterized, collected in the Alegrete city (“Cerro do Tigre”) and Quaraí city (“Cerro do Jarau” and “Cerro da Tapera”). Besides the pollen grain morphological description, the data are compared to information of the pollen production and statistical analysis of the compare among pollen attributes of the species. The pollen description combined with other approaches demonstrated to be resource suitable for use in the identification of palynomorph in the “Campanha” of the State, since the grouping or separation of taxa according to their morphological differences provide information that contribute for better characterize *Asteraceae* pollen family in Rio Grande do Sul.

Keywords: palynology, Pampa biome, pollen grains

INTRODUÇÃO

Os grãos de pólen de espécies da família *Asteraceae* estão entre as três famílias melhor representadas no espectro, em estudos palinológicos desenvolvidos no Rio Grande do Sul (Behling *et al.* 2004, Macedo *et al.* 2007, Bauermann *et al.* 2008, Evaldt *et al.* 2014). Dentre os espécimes encontrados com maior frequência destacam-se os representantes da subfamília *Asteroideae*.

Espécies que apresentam grãos de pólen com superfícies ornamentadas, como no caso de espécies da família *Asteraceae*, são consideradas com síndrome de polinização entomófila (Cronquist 1988, Faegri & Iversen 1989, Salgado-Labouriau 2007, Judd *et al.* 2009, Willmer 2011). Contudo, a grande quantidade de pólen disperso no ambiente observada em materiais palinológicos e sedimentares, aliados à presença de cávea em alguns gêneros da família, indicam que eventualmente possa existir dispersão por anemofilia e/ou que o recurso polínico não é totalmente esgotado pelo agente polinizador.

A família *Asteraceae* representa grande parcela das espécies que compõem os campos naturais do Rio Grande do Sul, juntamente com as famílias *Poaceae* e *Fabaceae*

(Pillar *et al.* 2009). Embora diversos táxons desta família já tenham seus grãos de pólen descritos para o Estado (Corrêa *et al.* 2006, Lima 2006, Evaldt *et al.* 2009, Cancelli *et al.* 2010, Radaeski *et al.* 2011, Bauermann *et al.* 2013, Radaeski *et al.* 2014a, Radaeski *et al.* 2014b), a morfologia polínica de muitos táxons ainda necessita ser averiguada considerando as distintas condições ambientais existentes no Rio Grande do Sul favorecendo a ocorrência de endemismos para a família (Mondin 2004). Tais endemismos ocorrem em táxons da família *Asteraceae* em porções de relevos com altitudes mais elevadas do bioma Pampa (Setubal *et al.* 2011, Matzenbacher 2003).

O principal fator que restringe a distribuição das espécies nos cerros da Campanha do Rio Grande do Sul é a altitude, que abriga muitos táxons endêmicos da família *Asteraceae*, principalmente no topo destas elevações, onde predomina a vegetação campestre. Devido ao isolamento geográfico, estas áreas são, muitas vezes, relicto ou fragmentos de floras com alto grau de endemismo, por serem áreas menos impactadas devido ao difícil acesso e menor impacto antrópico.

Este trabalho reúne 15 espécies de *Asteraceae* com ocorrência nos cerros da Campanha, incluindo espécies

endêmicas. Dentre as descrições polínicas apresentadas, oito são inéditas para o Rio Grande do Sul. Juntamente com as descrições, são apresentadas a produção polínica e as correlações estatísticas. O objetivo é caracterizar morfológicamente as espécies que ocorrem neste ambiente atípico e fornecer o maior número de informações possíveis para diferenciar estas espécies das demais ocorrentes nos outros ambientes campestres do Estado. As descrições morfológicas polínicas das espécies endêmicas serão comparadas com grãos de pólen de *Asteraceae* das demais espécies do Estado para avaliar se suas morfologias polínicas são distintas e se podem ser potenciais indicadores paleoambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

A região fisiográfica da Campanha encontra-se na porção oeste do Rio Grande do Sul (Fig. 1) sendo composta por vegetação predominantemente campestre e relevo suave com elevação média próxima a 100 m, sendo a região que recebe a mais intensa insolação do Estado (Brasil 1973, Pillar *et al.* 2009, Boldrini *et al.* 2010). Em decorrência da grande incidência solar, muitas espécies campestres são providas de mecanismos que auxiliam nas manutenções hídricas, dentre elas muitas compostas e gramíneas (Rambo 1956, Boldrini *et al.* 2010). Os cerros ocupam pequenas áreas quando comparados ao restante do território, geralmente alcançando altitudes em torno de 200 metros e apresentando aspectos característicos relacionados ao substrato rochoso, relevo e vegetação (Paula & Robaina 2003).

Registro de espécimes de *Asteraceae* são comuns nos cerros da Campanha do Estado (Marodin & Ritter 1997, Matzenbacher 1998, Azevêdo-Gonçalves 2004, Mondin 2004, Mondin & Vasques 2004, Lima 2006, Alves 2012, Alves *et al.* 2013), existindo muitas espécies desta família endêmicas destes locais, como é o caso de *Angelphytum grisebachii* coletada no Cerro do Negro, Cerro Armour, Cerro Palomas, Cerro Loreto e Cerro do Tigre. *Isostigma crithmifolium* coletada no Cerro do Jarau e Cerro do Tigre, *Viguiera guaranitica* coletada no Cerro do Negro e Cerro Palomas, e *Viguiera tuberosa* coletada no Cerro do Jarau. Onde *Isostigma crithmifolium* apresenta ocorrência extremamente rara no Rio Grande do Sul, sendo restrito a este Estado no Brasil, assim como *Angelphytum grisebachii*.

Com base em levantamentos florísticos de espécies da família *Asteraceae* com ocorrência registrada nos cerros da Campanha do Rio Grande do Sul (Marodin & Ritter 1997, Matzenbacher 1998, Azevêdo-Gonçalves 2004, Mondin 2004, Mondin & Vasques 2004, Lima 2006, Alves 2012, Alves *et al.* 2013) aliada a coletas botânicas nos cerros depositadas no Herbário do Museu de Ciências Naturais da Ulbra (MCN/HERULBRA) foram selecionadas as espécies para estudo. As informações sobre quais os cerros onde foram coletadas as espécies analisadas são demonstradas nos dados sobre o material examinado.

O material polínico foi coletado a partir das exsicatas depositadas no MCN/HERULBRA sendo processado pela técnica de acetólise (Erdtman 1952) que consiste em um tratamento químico submetendo as amostras a uma sequência de ácidos. Posteriormente foram montadas cinco lâminas para cada amostra com gelatina glicerinada depositadas na Palinoteca do Laboratório de Palinologia da Universidade Luterana do Brasil.

Em microscopia óptica, com o aumento de 1.000 x, foram medidos 25 grãos de pólen em vista equatorial escolhidos ao acaso. Mediu-se nos grãos de pólen o diâmetro polar (P), o diâmetro equatorial (E), a espessura da exina (Ex), a altura do espinho (Esp. altura) e a espessura do espinho em sua base (Esp. base). Além disso, para maior detalhamento das características morfológicas polínicas, também foram mensurados os comprimentos e larguras dos colpos e endoaberturas. A descrição morfológica polínica seguiu critérios propostos por Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007), e para a nomenclatura das espécies com seus respectivos autores foram consultadas a Lista de Espécies da Flora do Brasil (2014) e The International Plant Name Index (2014). Os grãos de pólen foram ilustrados em suas vistas polares e equatoriais sendo apresentados em ordem evolutiva conforme a sistemática proposta por Bremer (1994).

A quantidade de grãos de pólen produzidos por anteras de representantes de táxons de todas as subfamílias analisadas foi realizada por meio da metodologia de Carvalho (1989) que consiste na coleta de dez anteras em pré-antese. Foram selecionados espécimes das tribos *Mutiseae*, *Vernonieae* e *Heliantheae* contemplando-se representantes de todas as subfamílias analisadas para estimativa da produção polínica. As anteras coletadas foram inseridas em um tudo contendo 1 ml de água destilada e maceradas. Com auxílio de micropipeta o conteúdo foi inserido na câmara de Neubauer e levada ao microscópio óptico para contagem dos grãos de pólen.

A correspondência entre as espécies a partir de seus atributos polínicos foi aplicada através do *software* Paleontological Statistics Software – PAST e a análise de Cluster para agrupamento de táxons conforme suas similaridades morfológicas polínicas foi realizada no *software* BioEstat 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrições palinológicas

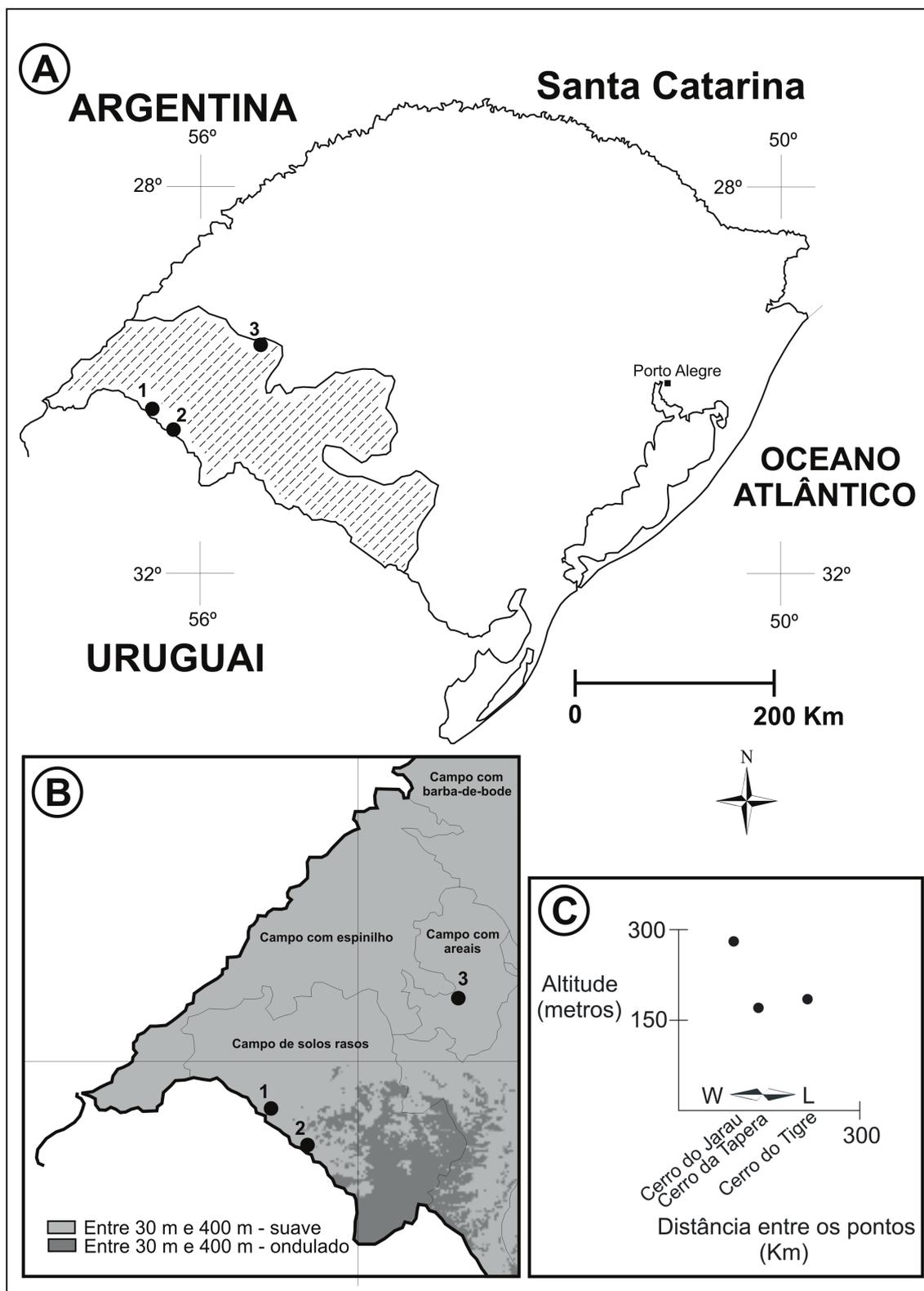
Subfamília *Cichorioideae*

Tribo *Mutiseae*

Trixis pallida Less.

(Figs. 2 A, B)

Mônade, grão de pólen médio a grande, âmbito subtriangular, prolato, tricolporado, colpo longo com 38 µm de comprimento e 2 µm de largura, endoabertura alongada com 6 µm de comprimento e 1 µm de largura,



Figs. 1. A, B. Mapa da área de estudo ilustrando os locais dos cerros estudados na região fisiográfica da Campanha do Rio Grande do Sul. **1.** Cerro do Jarau (Município de Quaraí); **2.** Cerro da Tapera (Município de Quaraí); **3.** Cerro do Tigre (Município de Alegrete); **B.** Relevô da região estudada destacando as fitofisionomias locais (modificado de Hasenack *et al.*, 2010); **C.** Altitude e distância entre os pontos amostrados.

exina biestratificada e reticulada heterobrocada não apresentando cávea. Ectosexina mais espessa na região polar e endosexina mais espessa na região equatorial. P 52 μm (43-61); E 33 μm (30-40); Ex 4,2 μm .

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Alegrete, Cerro do Tigre, 23/I/2006, S.A.L. Bordignon s/n°, (HERULBRA 4.130). Lâmina de referência: P-1.114.

Tribo *Vernonieae*

Vernonia megapotamica Spreng.
(Figs. 2 C, D)

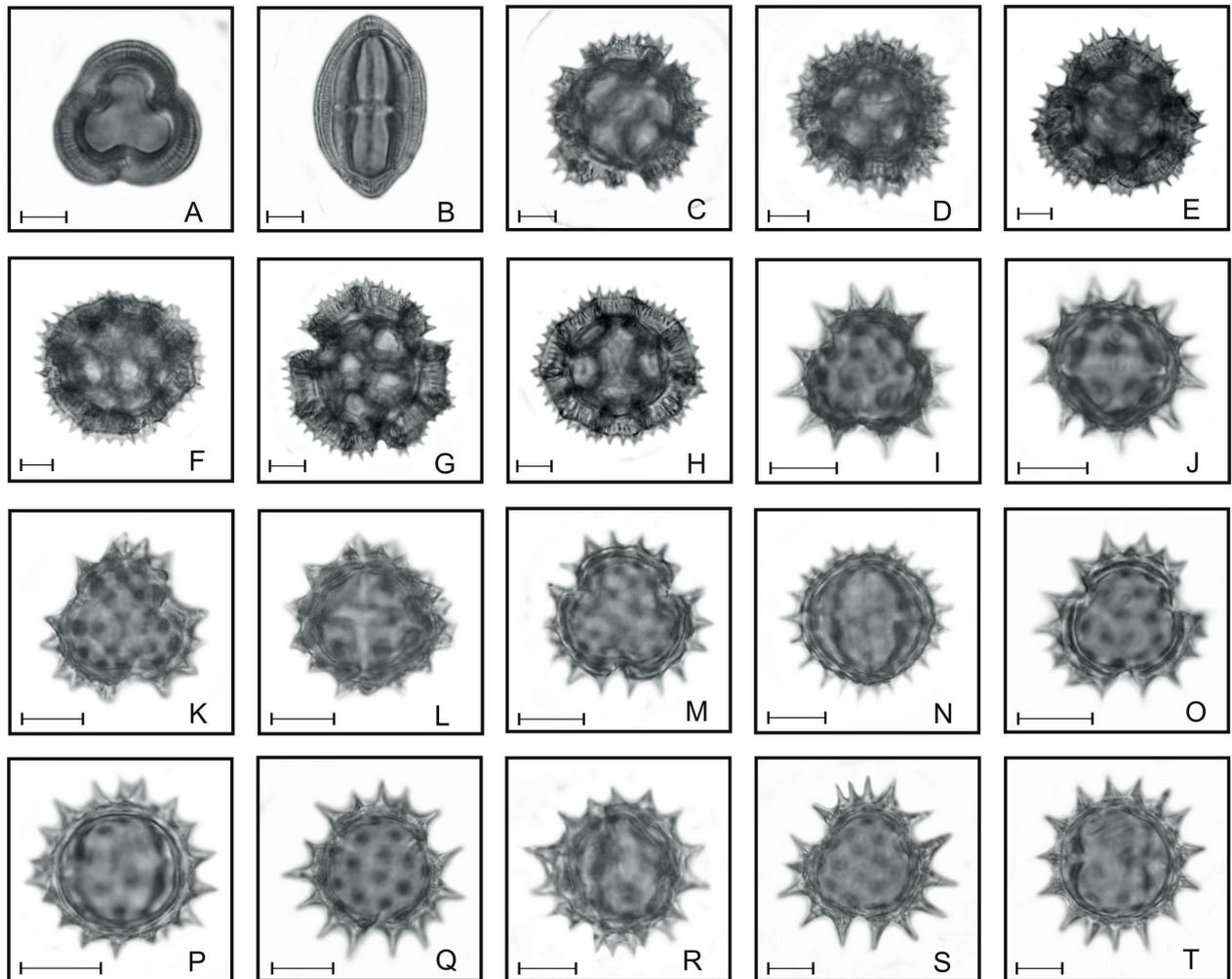
Mônade, grão de pólen médio, âmbito subtriangular, esférico, tricolporado, colpo curto (brevicolpado) com 6 μm de comprimento e 1 μm de largura, endoabertura

lalongada com 5 μm de comprimento e 2 μm de largura, exina equinolofada apresentando cávea com 2 μm de espessura em VP. Presença de 30 espinhos em VP. P 43 μm (39-48); E 43 μm (39-48); Ex 4,2 μm ; Esp. altura 2,2 μm ; Esp. base 1,5 μm .

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Alegrete, Cerro do Tigre, 23/I/2006, S.A.L. Bordignon s/n°, (HERULBRA 4.122). Lâmina de referência: P-1.196.

Vernonia oxyodonta Malme
(Figs. 2 E, F)

Mônade, grão de pólen grande, âmbito subtriangular, esférico, triporado, poro com 6 μm de diâmetro, exina equinolofada apresentando cávea com 2 μm de espessura



Figs. 2 A-T. Grãos de pólen de espécies da família Asteraceae dos cerros da Campanha do Rio Grande do Sul. *Trixis pallida*. A. VP demonstrando ausência de espinhos; B. VE demonstrando abertura tricolporada; *Vernonia megapotamica*. C. VP com âmbito subtriangular; D. VE indicando a forma esférica; *Vernonia oxyodonta*. E. VP com âmbito subtriangular; F. VE com a forma esférica; *Vernonia verbascifolia*. G. VP com âmbito subtriangular; H. VE com a forma oblato esferoidal; *Pluchea sagittalis*. I. VP demonstrando a presença de 12 espinhos; J. VE representando a forma oblato esferoidal; *Pterocaulon lorentzii*. K. VP com âmbito subtriangular; L. VE demonstrando a endoabertura lalongada; *Baccharis coridifolia*. M. VP indicando a presença de 18 espinhos; N. VE demonstrando abertura tricolporada; *Solidago chilensis*. O. VP indicando a presença de 15 espinhos; P. VE representando a forma esférica; *Acanthospermum australe*. Q. VP indicando a presença de 15 espinhos; R. VE com a forma esférica; *Angelphytum grisebachii*. S. VP representando âmbito subtriangular; T. VE demonstrando a forma esférica. Barras = 10 μm .

em VP. Presença de 32 espinhos em VP. P 54 µm (42-66); E 54 µm (42-66); Ex 5,9 µm; Esp. altura 3,2 µm; Esp. base 1,1 µm.

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Alegrete, Cerro do Tigre, 23/I/2006, S.A.L. Bordignon *s/n*°, (HERULBRA 4.128). Lâmina de referência: P-1.112.

Vernonia verbascifolia Less.

(Figs. 2 G, H)

Mônade, grão de pólen grande, âmbito subtriangular, oblato esferoidal, tricolporado, colpo curto (brevicolpado) com 8 µm de comprimento e 1 µm de largura, endoabertura lalongada com 6 µm de comprimento e 7 µm de largura, exina equinofada apresentando cávea 2 µm de espessura em VP. Presença de 32 espinhos em VP. P 51 µm (44-57); E 52 µm (41-58); Ex 5,7 µm; Esp. altura 2,2 µm; Esp. base 1,1 µm.

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Alegrete, Cerro do Tigre, 23/I/2006, S.A.L. Bordignon *s/n*°, (HERULBRA 4.125). Lâmina de referência: P-1.110.

Subfamília *Asteroideae*

Tribo *Plucheeae*

Pluchea sagittalis Less.

(Figs. 2 I, J)

Mônade, grão de pólen médio, âmbito subtriangular, oblato esferoidal, tricolporado, colpo médio com 11 µm de comprimento e 2 µm de largura, endoabertura lalongada com 6 µm de comprimento e 2 µm de largura, exina equinada apresentando cávea estreita com 1 µm de espessura em VP. Presença de 12 espinhos em VP. P 25 µm (22-28); E 26 µm (22-29); Ex 1,8 µm; Esp. altura 4 µm; Esp. base 2,5 µm.

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Quaraí, Cerro da Tapera, 06/III/2010, S.G. Bauermann *s/n*°, (HERULBRA 4.272). Lâmina de referência: P-1.249.

Pterocaulon lorentzii Malme

(Figs. 2 K, L)

Mônade, grão de pólen médio, âmbito subtriangular, oblato esferoidal, tricolporado, colpo médio com 12 µm de comprimento e 3 µm de largura, endoabertura lalongada com 7 µm de comprimento e 2 µm de largura, exina equinada apresentando cávea estreita com 1 µm de espessura em VP. Presença de 12 espinhos em VP. P 26 µm (22-31); E 27 µm (23-32); Ex 2 µm; Esp. altura 3,4 µm; Esp. base 3 µm.

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Quaraí, Cerro da Tapera, 06/III/2010, S.G. Bauermann *s/n*°

(HERULBRA 4.276). Lâmina de referência: P-1.228.

Tribo *Astereae*

Baccharis coridifolia DC.

(Figs. 2 M, N)

Mônade, grão de pólen médio, âmbito subtriangular, oblato esferoidal, tricolporado, colpo médio com 13 µm de comprimento e 2 µm de largura, endoabertura lalongada com 4 µm de comprimento e 1 µm de largura, exina equinada apresentando cávea de 1 µm de espessura em VP. Presença de 18 espinhos em VP. P 25 µm (22-28); E 26 µm (22-30); Ex 1,6 µm; Esp. altura 2,9 µm; Esp. base 1,2 µm.

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Quaraí, Cerro da Tapera, 06/III/2010, S.G. Bauermann *s/n*°, (HERULBRA 4.279). Lâmina de referência: P-1.229.

Solidago chilensis Meyen

(Figs. 2 O, P)

Mônade, grão de pólen pequeno, âmbito subtriangular, esférico, tricolporado, colpo médio com 11 µm de comprimento e 2 µm de largura, endoabertura lalongada com 5 µm de comprimento e 2 µm de largura, exina equinada apresentando cávea estreita com 1 µm de espessura em VP. Presença de 15 espinhos em VP. P 23 µm (21-27); E 23 µm (21-27); Ex 1,2 µm; Esp. altura 3,1 µm; Esp. base 2,1 µm.

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Quaraí, Cerro da Tapera, 06/III/2010, S.G. Bauermann *s/n*°, (HERULBRA 4.275). Lâmina de referência: P-1.227.

Tribo *Heliantheae*

Acanthospermum australe (Loefl.) Kuntze

(Figs. 2 Q, R)

Mônade, grão de pólen médio, âmbito subtriangular, esférico, tricolporado, colpo médio com 12 µm de comprimento e 2 µm de largura, endoabertura lalongada com 7 µm de comprimento e 2 µm de largura, exina equinada apresentando cávea estreita com 1 µm de espessura em vista polar. Presença de 15 espinhos em VP. P 30 µm (26-34); E 30 µm (26-34); Ex 1,6 µm; Esp. altura 4,4 µm; Esp. base 2,6 µm.

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Quaraí, Cerro do Jarau, 25/I/2006, S.A.L. Bordignon *s/n*°, (HERULBRA 4.153). Lâmina de referência: P-1.097.

Angelphytum grisebachii (Baker) H. Rob.

(Figs. 2 S, T)

Mônade, grão de pólen médio, âmbito subtriangular,

esférico, tricolporado, colpo médio com 21 μm de comprimento e 3 μm de largura, endoabertura lalongada com 11 μm de comprimento e 2 μm de largura, exina equinada apresentando cávea estreita com 1 μm de espessura em vista polar. Presença de 15 espinhos em VP. P 39 μm (34-44); E 39 μm (34-44); Ex 2,2 μm ; Esp. altura 5,6 μm ; Esp. base 3,4 μm .

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Alegrete, Cerro do Tigre, 23/I/2006, S.A.L. Bordignon s/nº, (HERULBRA 4.119). Lâmina de referência: P-1.253.

Isostigma crithmifolium Less.

(Figs. 3 A, B)

Mônade, grão de pólen médio, âmbito subtriangular a quadrangular, esférico, tricolporado a tetracolporado, colpo médio com 24 μm de comprimento e 5 μm de largura, endoabertura lalongada com 12 μm de comprimento e 2 μm de largura, exina equinada apresentando cávea ampla com 2 μm de espessura em VP. Presença de 12 espinhos em VP. P 48 μm (41-56); E 48 μm (41-56); Ex 3,9 μm ; Esp. altura 5,8 μm ; Esp. base 4,9 μm .

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Alegrete, Cerro do Tigre, 23/I/2006, S.A.L. Bordignon s/nº, (HERULBRA 4.120). Lâmina de referência: P-1.107.

Smallanthus connatus (Spreng.) H. Rob.

(Figs. 3 C, D)

Mônade, grão de pólen médio, âmbito subtriangular, oblato esferoidal, tricolporado, colpo médio com 14 μm de comprimento e 2 μm de largura, endoabertura lalongada com 5 μm de comprimento e 2 μm de largura, exina equinada apresentando cávea. Presença de 15 espinhos em VP. P 37 μm (28-44); E 39 μm (34-46); Ex 2,4 μm ; Esp. altura 6,6 μm ; Esp. base 3,3 μm .

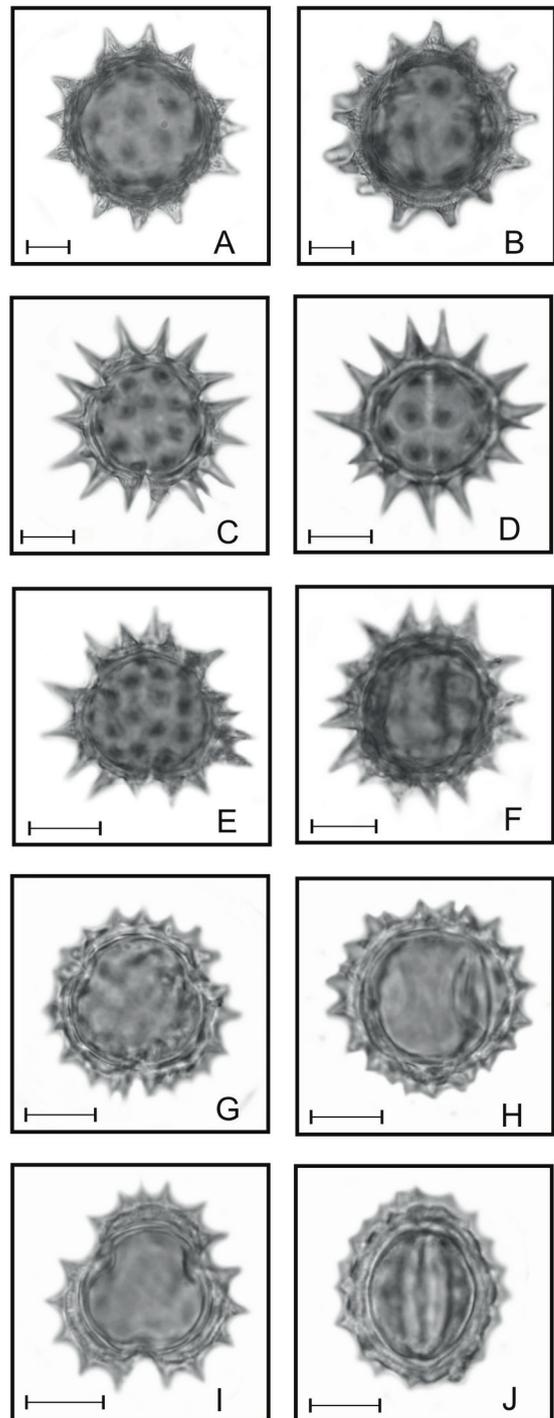
Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Alegrete, Cerro do Tigre, 23/I/2006, S.A.L. Bordignon s/nº, (HERULBRA 4.123). Lâmina de referência: P-1.109.

Verbesina sordescens DC.

(Figs. 3 E, F)

Mônade, grão de pólen médio, âmbito subtriangular, prolato esferoidal, tricolporado, colpo médio com 12 μm de comprimento e 2 μm de largura, endoabertura lalongada com 3 μm de comprimento e 1 μm de largura, exina equinada apresentando cávea estreita com 1 μm de espessura em VP. Presença de 15 espinhos em VP. P 29 μm (26-32); E 28 μm (24-32); Ex 1,2 μm ; Esp. altura 4,5 μm ; Esp. base 2 μm .

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Quaraí, Cerro do Jarau, 25/I/2006, S.A.L. Bordignon s/nº, (HERULBRA 4.150). Lâmina de referência: P-1.230.



Figs 3. A-J. Grãos de pólen de espécies da família Asteraceae dos cerros da Campanha do Rio Grande do Sul. *Isostigma crithmifolium*: A. VP com abertura tetracolporada e âmbito quadrangular; B. VE representando a forma esférica; *Smallanthus connatus*: C. VP com âmbito subtriangular; D. VE demonstrando endoabertura lalongada; *Verbesina sordescens*: E. VP com âmbito subtriangular; F. VE representando a forma prolato esferoidal; *Eupatorium christeanum*: G. VP com âmbito subtriangular; H. VE demonstrando a forma esférica; *Eupatorium squarulosum*: I. VP com âmbito subtriangular; J. VE com a forma prolato esferoidal. Barras = 10 μm .

Tribo Eupatorieae

Eupatorium christeanum Baker

(Figs. 3 G, H)

Mônade, grão de pólen médio, âmbito subtriangular a quadrangular, esférico, tricolporado a tetracolporado, colpo médio com 16 µm de comprimento e 2 µm de largura, endoabertura lalongada com 3 µm de comprimento e 1 µm de largura, exina equinada apresentando cávea ampla com 2 µm de espessura em VP. Presença de 18 a 20 espinhos em VP. P 28 µm (25-31); E 28 µm (23-31); Ex 1,5 µm; Esp. altura 2,5 µm; Esp. base 2,3 µm.

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Alegrete, Cerro do Tigre, 23/I/2006, S.A.L. Bordignon s/nº, (HERULBRA 4.131). Lâmina de referência: P-1.132.

Eupatorium squarrulosum Hook & Arn.
(Figs. 3 I, J)

Mônade, grão de pólen médio, âmbito subtriangular a quadrangular, prolato esferoidal, tricolporado a tetracolporado, colpo médio com 17 µm de comprimento e 2 µm de largura, endoabertura lalongada de difícil visualização com 3 µm de comprimento e 1 µm de largura, exina equinada apresentando cávea ampla com 2 µm de espessura em VP. Presença de 15 a 20 espinhos em VP. P 29 µm (23-36); E 27 µm (20-34); Ex 1,6 µm; Esp. altura 2,6 µm; Esp. base 3 µm.

Material examinado: BRASIL, RIO GRANDE DO SUL, Alegrete, Cerro do Tigre, 23/I/2006, S.A.L. Bordignon s/nº, (HERULBRA 4.129). Lâmina de referência: P-1.113.

Agrupamento de táxons conforme comparação entre atributos polínicos

Avaliando-se diferentes características morfológicas polínicas (presença, altura e espessura dos espinhos, número de aberturas, tamanho do grão de pólen) e confrontando estes atributos entre as espécies, os táxons foram organizados em cinco grupos (A, B, C, D e E), conforme a similaridade dos caracteres morfológicos dos grãos de pólen (Fig. 4A).

Trixis pallida (isolada no grupo A), conforme esperado, foi a espécie que apresentou maior distanciamento das demais. Seu grão de pólen tem ornamentação reticulada, maior tamanho e ausência de cávea. As espécies do gênero *Vernonia* (*V. megapotamica*, *V. oxyodonta* e *V. verbascifolia*) demonstraram-se agrupadas (grupo B). Entretanto *V. oxyodonta* apresentou-se com pequena distância entre as outras duas espécies do gênero em decorrência da diferença na abertura e altura relativamente maior da ornamentação deste táxon.

O agrupamento de *Isostigma crithmifolium* com as espécies do gênero *Eupatorium* (*E. christieanum* e *E. squarrulosum*) explica-se pela presença de variação na abertura de tricolporado a tetracolporado nestes táxons (grupo C).

As demais espécies, que apresentaram características morfológicas polínicas compartilhadas foram reunidas em dois grandes grupos (grupos D e E) cujos táxons foram agrupados devido à relação base/altura do espinho.

A análise de Cluster realizada (Fig. 4B) demonstrou agrupamento semelhante à organização sistemática evolutiva dos táxons da família *Asteraceae* (Bremer 1994). A espécie da tribo mais basal (dentre as espécies incluídas neste estudo) - *Trixis pallida* - permaneceu na base do Cluster, separada dos outros táxons.

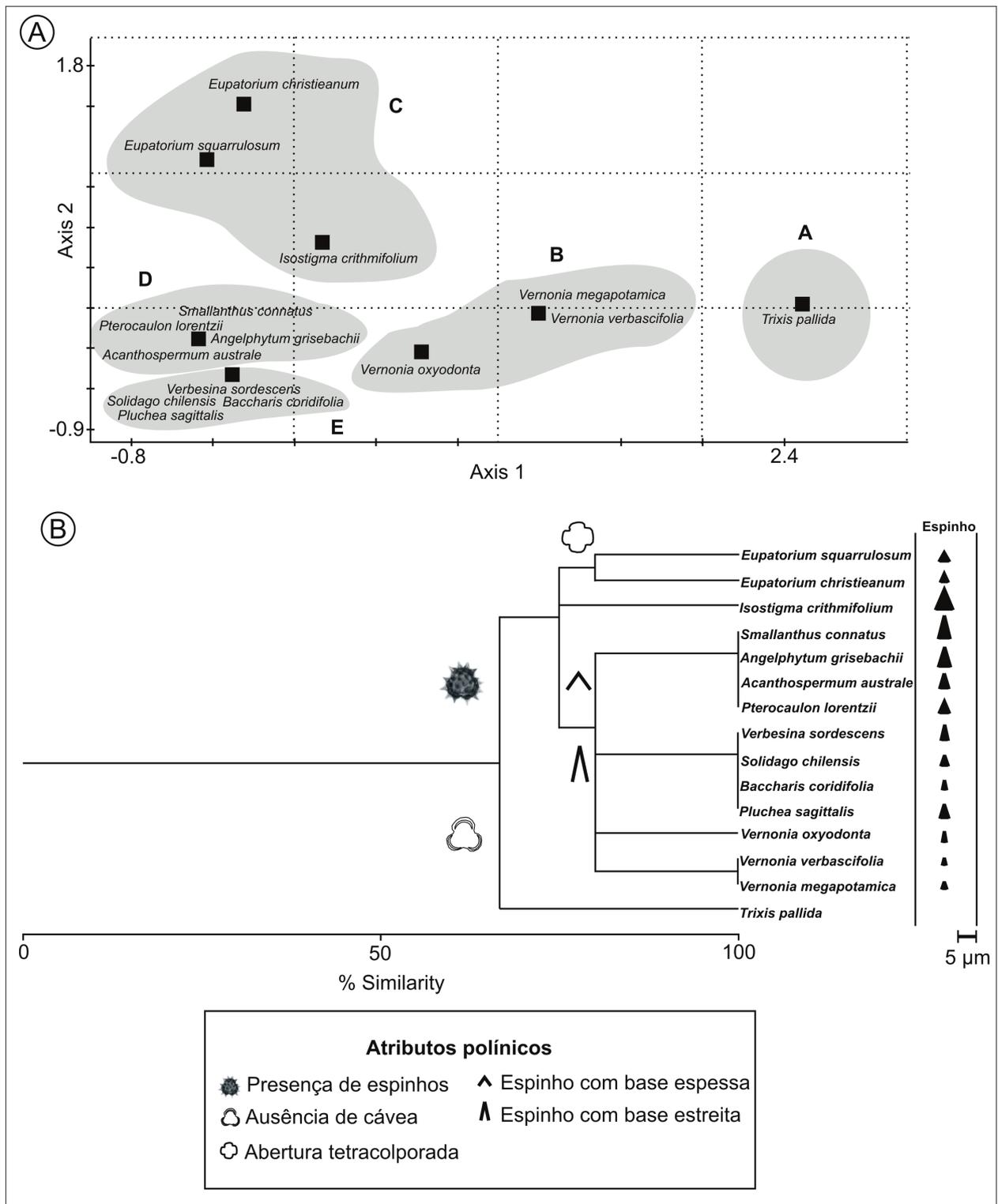
Membros da tribo *Vernonieae* apresentaram proximidade na análise de Cluster, assim como táxons da tribo *Heliantheae* (*Acanthospermum australe*, *Angelphytum grisebachii* e *Smallanthus connatus*).

As características polínicas de maior valor diagnóstico são a abertura e ornamentação (Barth & Melhem 1988). Desta maneira, pode-se constatar que a descrição morfológica dos grãos de pólen de *Isostigma crithmifolium* apresenta diferença quando comparada a outra espécie deste gênero com maior ocorrência no Rio Grande do Sul (*Isostigma peucedanifolium* (Spreng.) Less.), diferindo inclusive quanto ao padrão de aberturas do tipo polínico ao qual está inserido o gênero *Isostigma* (tipo *Calea*) (Cancelli 2008). Portanto, a morfologia polínica de *Isostigma crithmifolium* pode ser atribuída aos cerros da região fisiográfica da Campanha do Estado.

Os resultados encontrados para as morfologias polínicas das espécies *Trixis pallida*, *Vernonia megapotamica*, *Vernonia oxyodonta*, *Vernonia verbascifolia*, *Pluchea sagittalis*, *Pterocaulon lorentzii*, *Baccharis coridifolia*, *Solidago chilensis*, *Acanthospermum australe*, *Angelphytum grisebachii*, *Smallanthus connatus* e *Verbesina sordescens* neste trabalho, corroboram com as pesquisas desenvolvidas em outras regiões do Estado (Côrrea *et al.* 2006, Lima 2006, Côrrea *et al.* 2008, Evaldt *et al.* 2009, Cancelli *et al.* 2010, Bauermann *et al.* 2013, Radaeski *et al.* 2014b). Entretanto espécies do gênero *Eupatorium* (*Eupatorium christieanum* e *Eupatorium squarrulosum*) demonstraram diferenças quanto ao padrão de aberturas do tipo *Eupatorium* (Cancelli 2008) apresentando aberturas tetracolporadas nas espécies analisadas para os cerros.

Considerações sobre a produção polínica na família Asteraceae

O propósito de comparar a produção polínica entre diferentes grupos da família *Asteraceae* visa correlacionar a morfologia polínica com a quantidade de grãos de pólen produzidos por táxons de distintas subfamílias as quais mostraram-se variáveis (Fig. 5, Tab. 1). Grãos de pólen de *Asteraceae* apresentam características morfológicas que o consideram com potencial via de transporte por meio biótico (entomofilia), principalmente em decorrência de sua ornamentação, apresentando espinhos para melhor aderência ao corpo do agente polinizador (Salgado-Labouriau 2007). Entretanto a grande quantidade de pólen disperso no ambiente constatada em materiais palinológicos atmosféricos e sedimentares promovem questionamentos se existe dupla via de transporte ou se o recurso polínico não é totalmente esgotado pelo agente polinizador (*eg.* Avila 2001, Behling *et al.* 2004, Bauermann *et al.* 2008). A presença de cávea em grãos de pólen de muitas espécies



Figs. 4 A, B. A. Análise de correspondência entre diferentes características morfológicas polínicas (presença de espinho, altura do espinho, espessura do espinho, tamanho do grão de pólen e número de aberturas) dos táxons estudados; B. Agrupamento dos táxons através da análise de Cluster utilizando-se atributos polínicos como parâmetro.

da família *Asteraceae* indica a possibilidade de polinização anemófila, já que a ocorrência da cávea diminui o peso do grão de pólen, facilitando seu transporte pelo vento (Cancelli *et al.* 2010).

A comparação da morfologia polínica de espécies endêmicas dos cerros com os grãos de pólen de *Asteraceae*

de outras regiões do RS revelou que espécies dos cerros podem ser identificadas, através de seus grãos de pólen, em registros polínicos fósseis. Estes grãos de pólen têm grande potencial para indicar a ocorrência destes ambientes no passado.

Das 15 morfologias polínicas apresentadas as

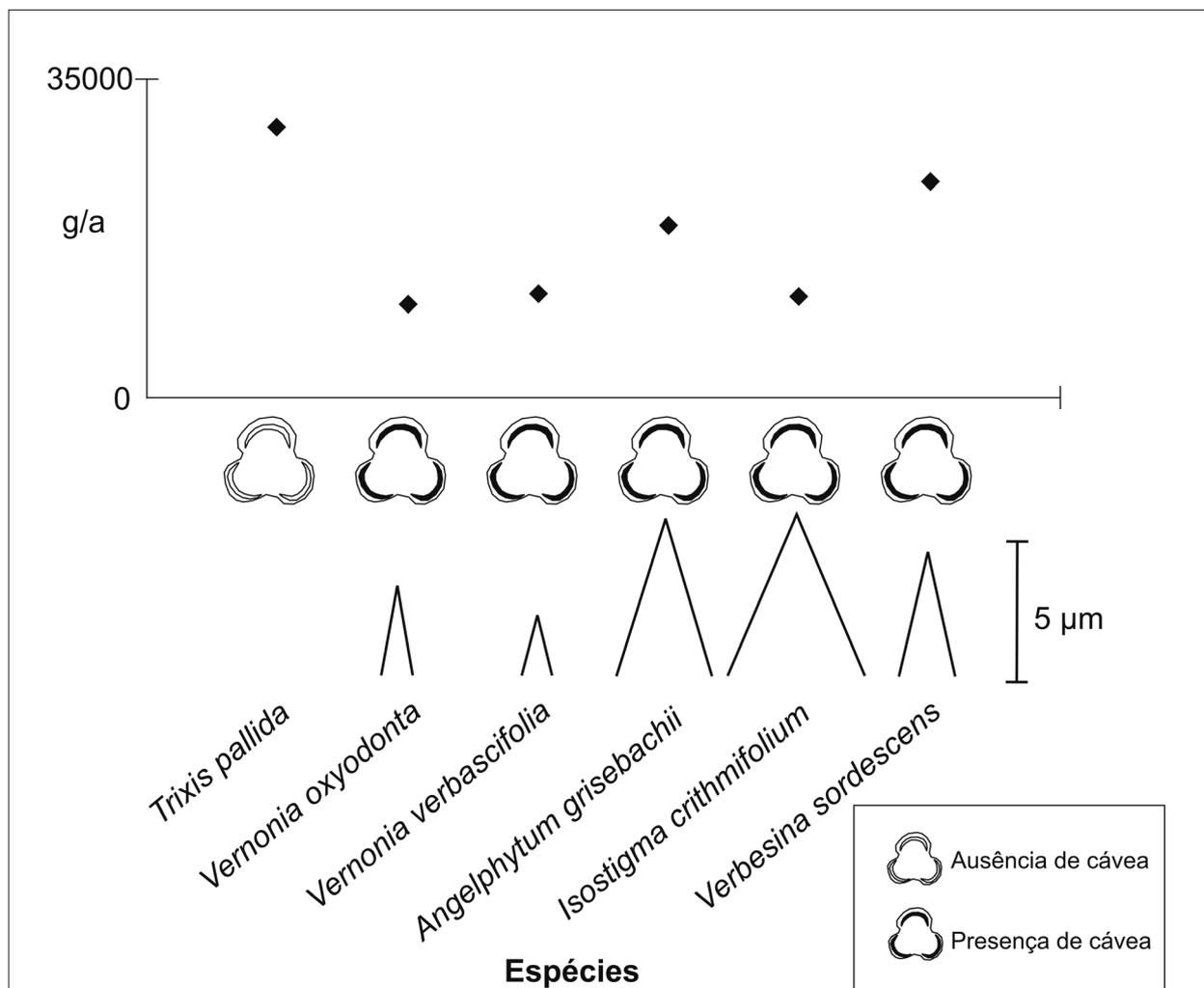


Fig. 5. Relação entre a quantidade total de grãos de pólen por antera produzida e o tamanho e espessura da ornamentação das espécies da família *Asteraceae*.

Tabela 1. Quantidade de grãos de pólen produzida por antera (g/a) de diferentes tribos e espécies da família *Asteraceae*.

Táxons	Grãos de pólen
Tribo Mutiseae	
<i>Trixis pallida</i>	29750
Tribo Vernonieae	
<i>Vernonia oxyodonta</i>	10250
<i>Vernonia verbascifolia</i> Less.	11500
Tribo Heliantheae	
<i>Angelphytum grisebachii</i> (Baker) H. Rob.	19000
<i>Isostigma crithmifolium</i> Less.	11000
<i>Verbesina sordescens</i> DC.	23750

espécies *Baccharis coridifolia*, *Eupatorium christieanum*, *Eupatorium squarulosum*, *Isostigma crithmifolium*, *Smallanthus connatus*, *Trixis pallida*, *Vernonia oxyodonta* e *Vernonia verbascifolia* tem sua descrição inédita para o Rio Grande do Sul. A descrição morfológica polínica da família *Asteraceae* nos cerros da região da Campanha do Estado inclui espécies endêmicas ou com distribuição restrita e que podem ser diferenciadas através da sua morfologia polínica.

Unindo-se informações morfológicas dos grãos de pólen com dados de produção polínica pode-se constatar que a espécie evolutivamente mais basal estudada, *Trixis pallida*, apresenta síndrome de polinização entomófila,

ornamentação reticulada, ausência de cávea e maior quantidade de grãos de pólen produzida por antera. A ausência de cávea e ornamentação reticulada associada à alta produção polínica em *Trixis pallida* demonstra sua polinização exclusivamente entomófila, necessitando de maior produção de grãos de pólen para garantir que suas espécies sejam polinizadas. Em contrapartida, espécies de tribos mais derivadas e ambófilas (polinização por insetos e vento) com ornamentação equinada e presença de cávea, demonstraram diminuição de produção polínica. Isto pode ser atribuído a maior eficiência de polinização nas espécies mais derivadas que utilizam tanto via biótica como via

abiótica (anemofilia/entomofilia) para o transporte de seus grãos de pólen o que acarreta menor oferta polínica.

Os dados de produção polínica e as análises estatísticas permitem um melhor entendimento da dinâmica destas espécies em seus habitats. A morfologia polínica se mostrou diretamente relacionada com a produção polínica, onde espécies mais basais na família e com ausência de cávea e espinhos que indicaram a utilização de somente uma via de polinização apresentaram maior produção de grãos de pólen. As espécies com morfologia polínica apropriada a polinização tanto biótica como abiótica demonstraram menor produção polínica.

Os resultados aqui apresentados permitem ampliar as inferências taxonômicas polínicas de materiais palinológicos relacionados à família *Asteraceae* no Rio Grande do Sul, principalmente na região da Campanha e nos cerros que compõem unidades ecológicas singulares do Bioma Pampa.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (processo 12/2171-6) pelo financiamento do projeto de pesquisa e a Capes pela concessão de bolsa de Mestrado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Alves, F.S. 2012. Fitogeografia da região do Jarau – Quaraí/RS. Tese 101 f. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Alves, F.S., Marchiori, J.N.C., Deble, L.P. & Oliveira-Deble, A.S. 2013. Flórua da região do Jarau, Município de Quaraí – Rio Grande do Sul. *Balduínia* 39:24-34.
- Avila, L.R. 2001. Espectros de precipitação polínica durante as estações de outono-inverno no município de Novo Hamburgo Rio Grande do Sul. *Pesquisas, Botânica* 51:51-58.
- Azevedo-Gonçalves, C.F. 2004. O gênero *Hypochoeris* L. (Asteraceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre, Dissertação de Mestrado 195 f., Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Barth, O.M. & Melhem, T.S., 1988. Glossário ilustrado de Palinologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 77 p.
- Bauermann, S.G., Macedo, R.B., Behling, H., Pillar, V. & Neves, P.C.P., 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.
- Bauermann, S.G., Radaeski, J.N., Evaldt, A.C.P., Queiroz, E.P., Mourelle, D. & Prieto, A.R., Silva, C.I., 2013. Pólen nas angiospermas: diversidade e evolução. Editora da Universidade Luterana do Brasil, Canoas. 216 p.
- Behling, H., Pillar, V. & Bauermann, 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.
- Boldrini, I.L., Ferreira, P.M.A., Andrade, B.O., Schneider, A.A., Setúbal, R.B., Trevisan, R., Freitas, E.M. 2010. Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica. Editora Pallotti, Porto Alegre. 64 p.
- Brasil. 1973. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul. Boletim Técnico Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, Divisão de Pesquisa Pedológica 30:431.
- Bremer, K. 1994. *Asteraceae: cladistics and classification*. Timber Press, Portland. 752 p.
- Cancelli, R.R. 2008. Palinologia de Asteraceae: Morfologia polínica e suas implicações nos registros do quaternário do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Dissertação 155 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 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, Brasil. Porto Alegre. *Iheringia. Série Botânica* 65(2): 201-280.
- Carvalho, T.C.P. 1989. Comportamento de algumas cultivares de Ameixeira Japonesa (*Prunus salicina*) quanto à polinização no Rio Grande do Sul. Pelotas. Dissertação 73 f. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- Corrêa, M.V.G., Bauermann, S.G., Lima, L.F.P. 2006. Palinotaxonomia de indicadores polínicos: Família Asteraceae. *Revista de Iniciação Científica da Universidade Luterana do Brasil* 5:39-48.
- Côrrea, M.V.G., Lima, L.F.P. & Bauermann, S.G. 2008. Morfologia polínica das espécies brasileiras de *Pterocaulon* Ell. *Pesquisas, Botânica* 59:263-276.
- Cronquist, A. 1988. *The evolution and classification of flowering plants*. New York Botanical Garden, Bronx. 535 p.
- Erdtman, G. 1952. *Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms*. Waltham, Massachusetts, The Chronica Botanica Co. 539 p.
- Evaldt, A.C.P., Bauermann, S.G., Fuchs, S.C.B., Diesel, S. & Cancelli, R.R. 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(2):86-106.
- Evaldt, A.C.P., Bauermann, S.G. & Souza, P.A. 2014. Registros polínicos para o Holoceno Tardio da região da Campanha (Rio Grande do Sul, Brasil) e seu significado na história dos paleoambientes da Savana Estépica Parque. *Revista brasileira de paleontologia* 17(2):183-194.
- Fægri, K. & Iversen, J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. Wiley, New York. 295 p.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F. & Donoghue, M.J. 2009. *Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético*. Artmed, Porto Alegre. 632 p.
- Lima, L.F.P. 2006. O gênero *Pterocaulon* Ell. (Asteraceae) no Rio Grande do Sul: Aspectos taxonômicos, palinológicos e fitoquímicos. Dissertação 92 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil. 2014. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acessado em 27.10.2014.
- Macedo, R.B., Cancelli, R.R., Bauermann, S.G., Neves, P.C.P. & Bordignon, S.A.L., 2007. Palinologia de níveis do Holoceno da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (localidade de Passinhos), Brasil. *Revista Gaea Unisinos* 3:68-74.
- Matzenbacher, N.I. 1998. O complexo “Senecionioide” (Asteraceae-Senecioneae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Tese 274 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- _____. 2003. Diversidade florística dos Campos Sul-brasileiros. *In* 54º Congresso Nacional de Botânica. Resumos, Belém, p. 124-127.
- Mondin, C.A. 2004. Levantamento da Tribo Heliantheae Cass. (Asteraceae), *sensu stricto*, no Rio Grande do Sul, Brasil. Tese 353 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Mondin, C.A. & Vasques, C.L. 2004. O gênero *Holocheilus* Cass. (Asteraceae-Mutisieae-Nassauviinae) no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, *Iheringia. Série Botânica* 59(2):161-172.
- Marodin, S.M. & Ritter, M.R. 1997. Estudo taxonômico do gênero *Stenachaenium* Benth. (Asteraceae) no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, *Iheringia. Série Botânica* 48:59-84.
- Paula, P.M. & Robaina, L.E.S. 2003. Mapeamento de unidades geológicas-geomórfológicas da bacia do Arroio Lageado Grande – RS. *Universidade Estadual Paulista, Geociências* 22(2):175-184.
- Pillar, V.D.P., Muller, S.C., Castilhos, Z.M.S. & Jacques, A.V.Á. 2009. Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 403 p.
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143(1-2):1-81.
- Radaeski, J.N., Evaldt, A.C.P., Lima, G.L. & Bauermann, S.G. 2011. Grãos de pólen das formações campestres sul-brasileiras. *Revista*

- de Iniciação Científica da Universidade Luterana do Brasil 9:59-67.
- Radaeski, J.N., Evaldt, A.C.P., Bauermann, S.G. & Lima, G.L., 2014a. Diversidade de grãos de pólen e esporos dos Campos do sul do Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. *Iheringia. Série Botânica* 69:107-132.
- Radaeski, J.N., Evaldt, A.C.P. & Bauermann, S.G. 2014b. 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.
- Rambo, B.Pe. 1956. *A Fisionomia do Rio Grande do Sul*. Selbach, Porto Alegre. 456 p.
- Salgado-Labouriau, M.L. 2007. *Crítérios e Técnicas para o Quaternário*. Blucher, São Paulo. 387 p.
- Setubal, R.B., Boldrini, I.I. & Ferreira, P.M.A. 2011. *Campos dos morros de Porto Alegre*. Igré, Associação sócio-Ambientalista, Porto Alegre. 256 p.
- The International Plant Names Index 2014. Disponível em: www.ipni.org. Acessado em: 27.10.2014.
- Willmer, P. 2011. *Pollination and Floral Ecology*. Princeton University Press. New Jersey. 778 p.