

Avaliação da produção polínica de *Bromus catharticus* Vahl e *Guadua trinii* (Nees) Nees ex Rupr. (Poaceae) para a interpretação de dados fósseis

Jefferson Nunes Radaeski *

Soraia Girardi Bauermann

Laboratório de Palinologia, Universidade Luterana do Brasil – ULBRA
CEP 92.425-900, Canoas – RS, Brasil

* Autor para correspondência
jefferson.radaeski@gmail.com

Submetido em 20/04/2016

Aceito para publicação em 30/08/2016

Resumo

Neste trabalho é apresentada a produção polínica por antera, por flor e por espiguetas das espécies *Bromus catharticus* (campestre) e *Guadua trinii* (florestal), ambas da família Poaceae, que apresentam a síndrome da polinização divergente. Com o objetivo de averiguar diferenças de produção polínica dependente do sistema de polinização, foram coletadas dez anteras de cada táxon que após maceradas foram contabilizados os grãos de pólen em câmara de Neubauer. As morfologias polínicas também foram observadas sob microscopia óptica para estabelecer relação entre produção-morfologia dos grãos de pólen. A espécie anemófila *Bromus catharticus* (2.556.000 grãos de pólen por espiguetas) apresenta o dobro de produção polínica por antera e por espiguetas em relação à espécie com assistência biótica para polinização *Guadua trinii* (1.716.000 grãos de pólen por espiguetas). O tamanho do grão de pólen é inversamente proporcional à produção polínica. A ornamentação microequinada não esperada para espécies anemófilas foi observada nos dois táxons. Os resultados indicam que a frequência de espécies florestais de Poaceae em registros quaternários pode ser subestimada, enquanto táxons campestres de gramíneas são superestimados, interferindo na representação de suas respectivas floras no passado.

Palavras-chave: Dinâmica de transporte polínico; Gramíneas; Tafonomia polínica

Abstract

Evaluation of pollen production in *Bromus catharticus* Vahl and *Guadua trinii* (Nees) Nees ex Rupr. (Poaceae) for interpretation of fossil data. We evaluated pollen production per anther, per flower, and per spikelet of the grassland species *Bromus catharticus* and the forest taxon *Guadua trinii* (Poaceae), which have divergent pollination syndrome. We collected ten anthers of each taxon to determine differences in pollen production based on pollination system. Anthers were macerated and pollen grains were counted in a Neubauer chamber. Pollen morphology was observed using optical and scanning electron microscopy to establish relationships between pollen grain production and morphology. The anemophilous species *Bromus catharticus* (2,556,000 pollen grains/spikelet) has twice the pollen production per anther and per spikelet compared to *Guadua trinii* (1,716,000 pollen grains/spikelet), a species that requires biotic assistance for pollination. Pollen grain size is inversely proportional to production. Microechinate ornamentation, which is not expected to

occur in anemophilous species, was observed on pollen of both taxa. Our results indicate that the frequency of forest Poaceae in the quaternary records may be underestimated while frequency of grassland taxa may be overestimated, leading to misrepresentation of the respective flora in this period.

Key words: Pollen transport dynamics; Grasses; Pollen taphonomy

Introdução

Grãos de pólen de gramíneas dominam os registros polínicos fósseis quaternários do sul do Brasil (BAUERMANN, 2003; BEHLING et al., 2004). Entretanto, a uniformidade morfológica dos grãos de pólen monoporados e esféricos da família Poaceae dificultava, até recentemente, a obtenção de maiores informações ecológicas, limitando-se somente à indicação de vegetação de Campo (JAN et al., 2014; RADAESKI et al., 2014b). Buscando alternativas para superar as informações, até então desconhecidas, estudou-se a morfologia polínica de espécies da família Poaceae pertencentes a diversos ambientes (campo, floresta e banhado) do Rio Grande do Sul (RADAESKI, 2015). Desta maneira, foram demonstradas as distinções de grãos de pólen de Poaceae entre os táxons campestres e os florestais, que podem indicar a vigência não somente de campo, mas também de florestas no passado, assim como aumentos de umidade e períodos secos baseados somente na morfologia polínica de Poaceae. Além disso, foram descritos grãos de pólen com características diferentes (diporados) das encontradas na maior parte das espécies (monoporados) as quais, recentemente, foram também identificadas em sedimentos quaternários no sul do Brasil (CUNHA et al., 2015). Esses achados evidenciam que a aplicação de novas abordagens pode gerar maior número de informações ecológicas acerca do conteúdo polínico contido em sedimentos. Nesse sentido, alternativas podem aumentar ainda mais o conhecimento sobre aspectos de mudanças da vegetação ao longo do tempo a partir dos grãos de pólen (BUSH, 2002), como, por exemplo, em relação à produção polínica de espécies florestais e campestres da família Poaceae.

Espécies da família Poaceae juntamente com táxons das Asteraceae e Fabaceae são as mais representativas na flora campestre dos biomas do sul do Brasil (BOLDRINI, 2009; PILLAR et al., 2009; PILLAR; LANGE, 2015).

Estudos sobre a produção polínica desses e de outros táxons das demais famílias do Pampa brasileiro demonstraram variação na quantidade de grãos de pólen produzidos pelas espécies tanto devido ao tipo de síndrome de polinização como também pela ocorrência de diferença de produção polínica entre diversos níveis taxonômicos, como famílias, gêneros e espécies (LOPES et al., 2013; RAMOS et al., 2011; RADAESKI et al., 2014a).

As dinâmicas populacionais vegetais são dependentes da quantidade de grãos de pólen produzidas por suas flores, já que alterações na produção polínica podem levar ao declínio e até mesmo à extinção de uma população, podendo comprometer tanto a biota vegetal como a fauna associada à vegetação (KHANDURI; SHARMA, 2002; ASHMAN et al., 2004; KHANDURI, 2011). Além de exercerem a função de polinização proporcionando a geração de novas plantas, os grãos de pólen são recursos alimentares para diversos animais. Além disso, oferecem outros recursos como óleos e néctar a fim de atrair polinizadores.

Dependendo da síndrome de polinização, o grão de pólen apresenta uma morfologia específica para seu modo de transporte e para obter desta maneira sucesso na fertilização. De modo geral, grãos de pólen transportados pelo vento apresentam superfície psilada, enquanto grãos de pólen de espécies entomófilas são ornamentados (FAEGRI; IVERSEN, 1989; SALGADO-LABOURIAU, 2007). Da mesma forma, espécies anemófilas tendem a produzir mais grãos de pólen do que espécies entomófilas.

Espécies da família Poaceae são consideradas anemófilas por apresentarem grãos de pólen com superfície psilada e serem encontrados dispersos em abundância na atmosfera (AVILA; BAUERMANN, 2001; VERGAMINI et al., 2006a; 2006b), assim como por sua morfologia floral ser apropriada para a anemofilia

(FAEGRI; PIJL, 1979; GUILHERME; RESSEL, 2001). Muitas espécies dessa família estão envolvidas com doenças respiratórias devido à grande concentração de seus grãos de pólen considerados alergógenos no ambiente (FUCHS, 2007), podendo os grãos de pólen de gramíneas permanecerem flutuando por um período de 24h (PEEL et al., 2014). Essas características de táxons da família Poaceae têm grande impacto na população humana, provocando em muitos lugares alertas e aconselhamentos para pessoas alérgicas evitarem sair de casa em períodos do dia em que são esperadas as maiores concentrações de grãos de pólen de gramíneas no ar (PEEL et al., 2014). O Sul do Brasil apresenta alta concentração de grãos de pólen de Poaceae no ar entre os meses de setembro a dezembro, período em que ocorrem muitos casos de doenças respiratórias na região (SBERSI et al., 2002).

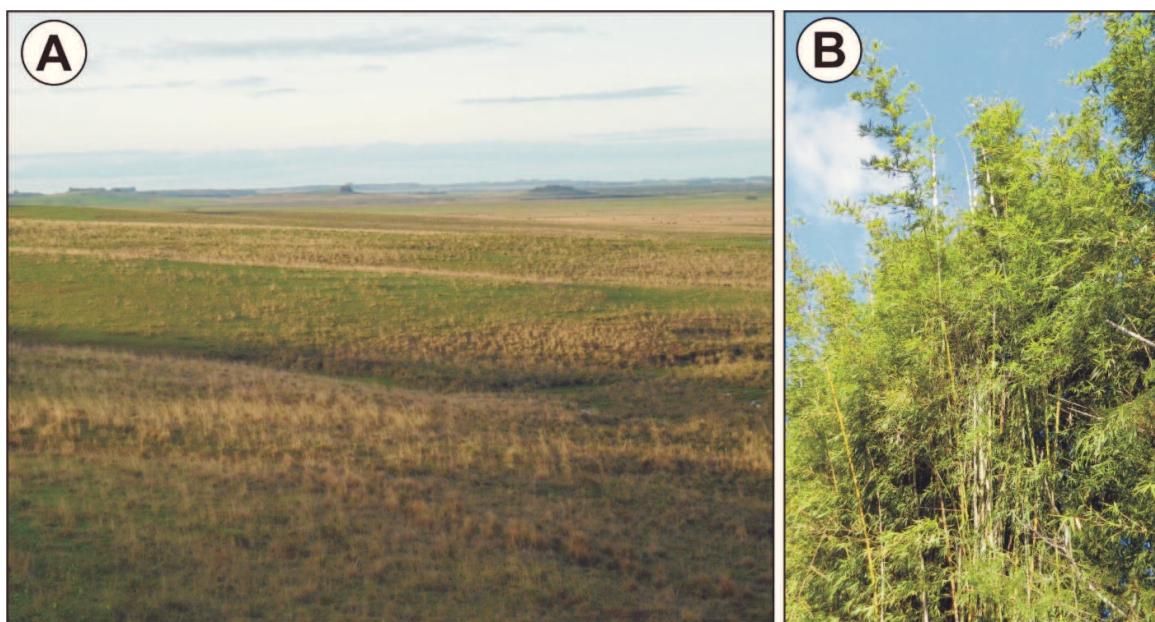
Embora a polinização exclusivamente anemófila ocorra em espécies campestres da família Poaceae (Figura 1A), táxons florestais dessa família (Figura 1B) apresentam entomofilia ou anemofilia assistida por insetos devido à pouca velocidade do vento no interior das florestas, que gera a necessidade de uma intervenção biótica para o sucesso de polinização (GUILHERME; RESSEL, 2001; BOLDRINI et al., 2008; DÓREA,

2011). Do mesmo modo, grãos de pólen de Poaceae já foram encontrados em materiais polínicos envolvidos com insetos polinizadores, constatando suas visitas em táxons dessa família (SILVA et al., 2014). Além da polinização anemófila e entomófila, a autopolinização é frequente em algumas espécies cultivadas, podendo ocorrer a fecundação antes mesmo da abertura da flor e exposição dos grãos de pólen (DAMIALIS; KONSTANTINOU, 2011).

Algumas estimativas sobre a produção polínica de espécies campestres da família Poaceae já foram averiguadas constatando-se que ervas perenes apresentam produção polínica maior que ervas anuais (REDDI; REDDI, 1986; PRIETO-BAENA et al., 2003; ABOULAICH et al., 2009). Também foi observado que a baixa produção polínica por antera de táxons herbáceos pode ser compensada por maior número de flores por inflorescência (FAEGRI; PIJL, 1979; MOLINA et al., 1996; PRIETO-BAENA et al., 2003; ABOULAICH et al., 2009; DAMIALIS et al., 2011).

Embora já se tenha demonstrado padrões sobre a produção polínica de espécies herbáceas da família Poaceae, informações sobre a produção polínica de táxons florestais são desconhecidas. Como o modo de

FIGURA 1: Fisionomia vegetal com gramíneas campestres no município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul (A); Fisionomia vegetal com gramíneas florestais no município de Gravataí, Rio Grande do Sul (B).



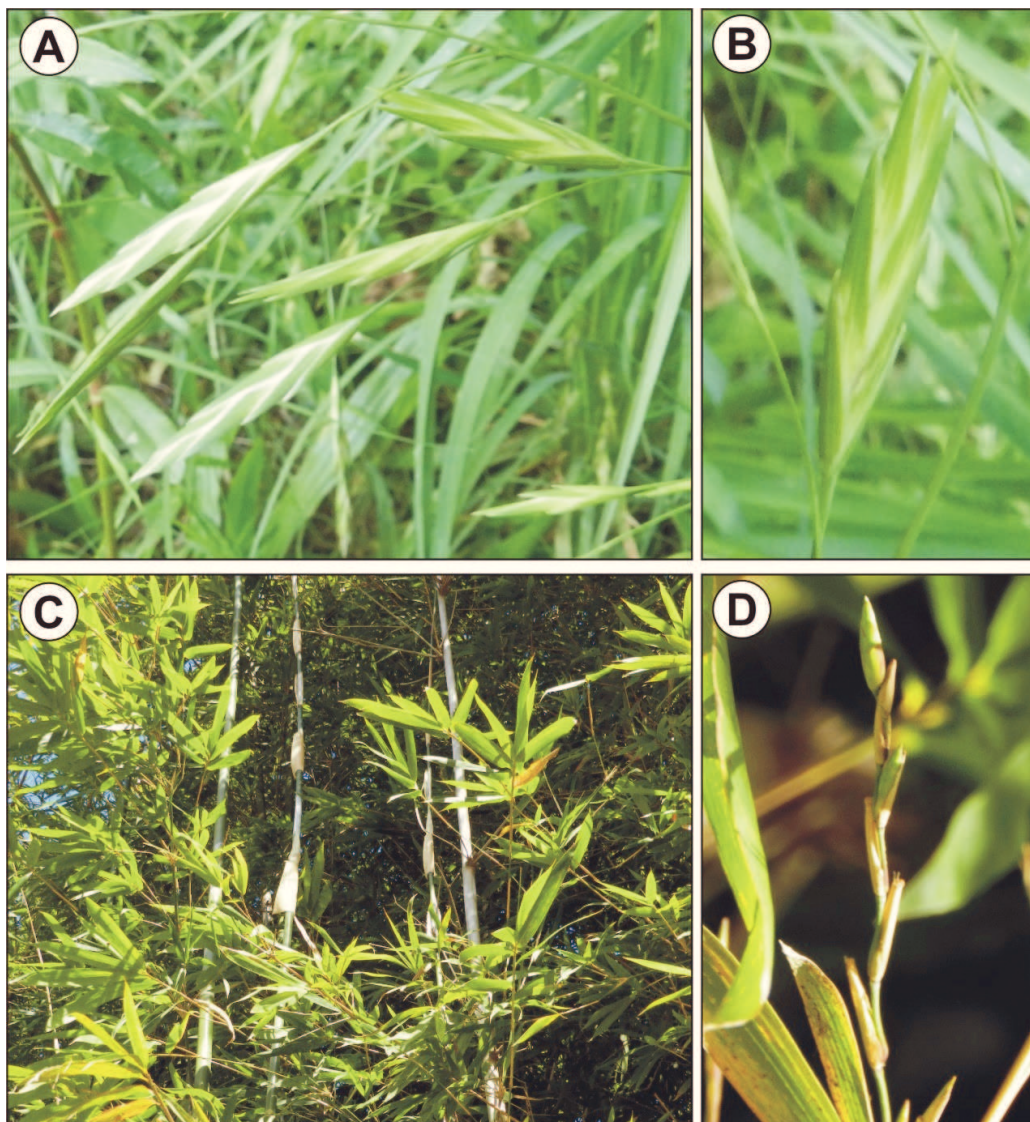
polinização entre espécies campestres e florestais de Poaceae apresenta diferenças, é possível que a produção polínica dos táxons de diferentes vegetações (campo e floresta) também seja divergente. Nesse sentido, com o objetivo de comparar a produção polínica entre espécie campestre e florestal da família Poaceae, foram selecionadas as espécies *Bromus catharticus* Vahl, que ocorre em vegetação campestre, e *Guadua trinii* (Nees) Nees ex Rupr., que está distribuída em vegetação florestal. Ambas as espécies são nativas do Rio Grande do Sul, perenes e cespitosas (BOLDRINI et al., 2008; CLAYTON et al., 2015).

Material e Métodos

Táxons estudados

Bromus catharticus (Figuras 2A e 2B) é uma das cinco espécies do gênero que ocorrem no Rio Grande do Sul, sendo três nativas e duas exóticas. As espécies do gênero *Bromus* estão distribuídas nos campos úmidos do estado e algumas vezes em solos rasos e pedregosos (BOLDRINI et al., 2008). Popularmente conhecida como “cevadinha” ou “aveia-louca”, essa espécie apresenta metabolismo fotossintético C_3 e ciclo de vida hibernar, pertencendo à subfamília Pooideae, composta

FIGURA 2: *Bromus catharticus*, Cachoeirinha, RS (A); detalhe da inflorescência de *Bromus catharticus* (B); *Guadua trinii* Gravataí, RS (C); detalhe da inflorescência de *Guadua trinii* (D).



por espécies de formações abertas (BOLDRINI; LONGHI-WAGNER, 2011). *Bromus catharticus* tem três anteras por flor e 6-12 flores férteis por espiguetas (CLAYTON et al., 2015).

Guadua trinii (Figuras 2C e 2D) é uma das três espécies nativas do gênero que têm ocorrência no Rio Grande do Sul distribuídas em vegetação florestal (BOLDRINI; LONGHI-WAGNER, 2011; SCHMIDT; LONGHI-WAGNER, 2009). *Guadua trinii* vive principalmente nas florestas de galeria, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional (SCHMIDT; LONGHI-WAGNER, 2009). Popularmente conhecida como “taquara-brava” ou “taquaruçu”, essa espécie apresenta metabolismo fotossintético C_3 e ciclo de vida estival, pertencendo à subfamília Bambusoideae, composta por espécies de formações florestais (BOLDRINI; LONGHI-WAGNER, 2011).

Ressalta-se a rara floração de *Guadua trinii*, que ocorre a cada 30 anos, constatando-se até o momento a coleta de somente sete exemplares férteis no Rio Grande do Sul (BOLDRINI, 2009; SCHMIDT; LONGHI-WAGNER, 2009). *Guadua trinii* tem seis anteras por flor e 6-8 flores férteis por espiguetas (CLAYTON et al., 2015).

Para as análises, espécimes das duas espécies foram coletados em campo, e seus testemunhos foram depositados no Herbário do Museu de Ciências Naturais da Universidade Luterana do Brasil – MCN/HERULBRA (Tabela 1).

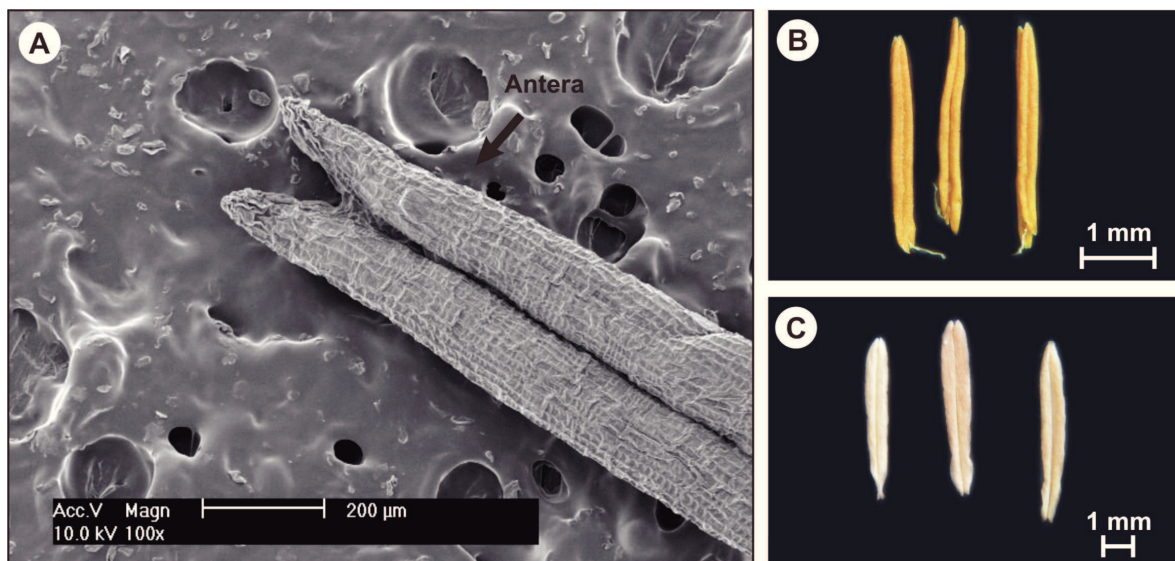
Análise palinológica

Para a obtenção de dados estimativos sobre a quantidade de pólen produzido por antera das espécies estudadas, primeiramente foram coletadas dez anteras (Figura 3) de cada espécie, que estivessem

TABELA 1: Informações sobre os dados de coleta das espécies.

| Espécie | Local coleta (RS) | Altitude (m) | Data coleta | Coletor | Vegetação | Coordenadas geográficas |
|---------------------------|-------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------|
| <i>Bromus catharticus</i> | Cachoeirinha | 4 | 31.VIII.2013 | J.N. Radaeski s/n (HERULBRA 4847) | Campo | 29°57'46"S/51°6'48"O |
| <i>Guadua trinii</i> | Gravataí | 66 | 14.IX.2013 | J.N. Radaeski s/n (HERULBRA 4848) | Floresta de galeria | 29°52'48"S / 50°58'49"O |

FIGURA 3: Anteras de *Bromus catharticus* sob microscopia eletrônica de varredura (A) e microscopia estereoscópica (B); Anteras de *Guadua trinii* sob microscopia estereoscópica (C).



em estado de preantese. Com o auxílio de microscópio estereoscópico e pinças para o manuseio das anteras, estas foram colocadas em pequenos tubos plásticos. Após a coleta das anteras, foi adicionado 1 mL de água destilada ao tubo contendo as anteras, sendo estas maceradas com a utilização de bastão de vidro. A amostra contendo a mistura de grãos de pólen e água destilada foi homogeneizada com o bastão de vidro para coleta. Com micropipeta o conteúdo foi inserido na câmara de Neubauer que posteriormente foi coberta com lamínula e levada ao microscópio óptico com a finalidade de contagem de grãos de pólen presentes nos quadrantes da câmara conforme CARVALHO (1989).

O procedimento de inserção de conteúdo polínico na câmara de Neubauer para contagem foi repetido mais três vezes, totalizando quatro contagens para cada espécie. Os valores obtidos das contagens de grãos de pólen foram empregados na fórmula: $N = a \times 1000/0,1 \times 1/10$, onde a corresponde ao número médio de grãos de pólen nas quatro contagens, o número 1000 refere-se ao volume de água destilada utilizado no procedimento, o valor 0,1 corresponde ao volume da câmara de Neubauer e o número 10 diz respeito ao número de anteras utilizadas. O valor encontrado corresponde ao número de grãos de pólen produzidos em uma antera, na fórmula denominado com a letra N .

Descrição palinológica

Bromus catharticus Vahl: mônade, médio, simetria radial, heteropolar, âmbito circular, esférico, monoporado, poro circular com ânulo medindo aproximadamente 3 μm localizado no polo distal, ânulo com 9 μm de diâmetro e 3 μm de espessura apresentando superfície ornamentada, exina tectada, columelada com ornamentação microequinada. Sexina com 0,6 μm e nexina de mesma espessura. Diâmetro: 37 μm (32-43); Exina: 1,2 μm (RADAESKI, 2015).

Guadua trinii (Nees) Nees ex Rupr.: mônade, grande, simetria radial, heteropolar, âmbito circular, esférico, monoporado, poro circular com ânulo medindo aproximadamente 5 μm localizado no polo distal, ânulo com 14 μm de diâmetro e 4,5 μm de

espessura apresentando superfície ornamentada, exina tectada, columelada com ornamentação microequinada. Sexina com 0,76 μm e nexina de mesma espessura. Diâmetro: 60 μm (50-77); Exina: 1,52 μm (RADAESKI, 2015).

Para estabelecer relações entre a produção polínica e o tamanho dos grãos de pólen, foram medidos sob microscopia óptica os diâmetros polares e equatoriais de 25 grãos de pólen em vista equatorial escolhidos ao acaso. Também foram medidos os diâmetros das aberturas dos grãos de pólen para realizar comparação entre as duas espécies e verificar possíveis influências no tamanho da abertura para a eficácia da fertilização. A observação da superfície dos grãos de pólen foi realizada através de microscopia óptica para verificar se existe diferença na ornamentação das espécies e se estas estão adequadas para suas respectivas síndromes de polinização.

Análises polínicas

Para a utilização dos dados em análises estatísticas, as informações foram inseridas no *software* Bioestat 5.0. A partir da elaboração de gráficos de regressão linear simples e Box plots, pôde-se comparar os resultados encontrados para os táxons estudados quanto à produção polínica e ao tamanho dos grãos de pólen.

Resultados

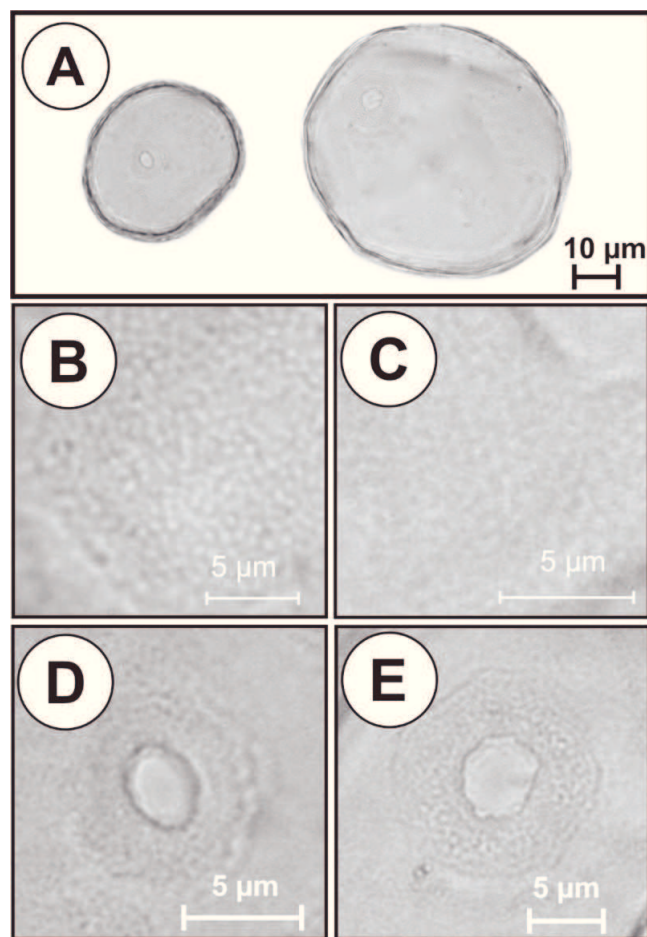
Comparando-se a produção polínica entre *Bromus catharticus* e *Guadua trinii* (Tabela 2), nota-se que a erva campestre *Bromus catharticus* apresenta o dobro de grãos de pólen produzidos por antera do que a árvore florestal *Guadua trinii*. A produção polínica é inversamente proporcional ao tamanho dos grãos de pólen das espécies, já que *Bromus catharticus*, com produção polínica maior, apresentou grãos de pólen de tamanhos médios, enquanto *Guadua trinii*, com produção polínica menor, apresentou grãos de pólen de tamanhos grandes (Tabela 2; Figura 4A). Além disso, a abertura do grão de pólen de *Guadua trinii* foi aproximadamente duas vezes maior do que o tamanho do poro de *Bromus catharticus* (Figuras 4D e 4E). Isso

ocorre porque o tamanho da abertura é proporcional ao tamanho do grão de pólen nas espécies da família Poaceae (RADAESKI, 2015).

TABELA 2: Produção polínica de *Bromus catharticus* e *Guadua trinii* e o tamanho dos seus respectivos grãos de pólen. g/a = grãos de pólen por antera. * Classes de tamanhos dos grãos de pólen de acordo com Erdtman (1952).

| Espécie | Produção polínica (g/a) | Tamanho do grão de pólen | Tamanho do poro |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------|
| <i>Bromus catharticus</i> | 71.000 | 37 μm (médio*) | 3 μm |
| <i>Guadua trinii</i> | 35.750 | 60 μm (grande*) | 5 μm |

FIGURA 4: Comparação de tamanho de grãos de pólen de *Bromus catharticus* (esquerda) e *Guadua trinii* (direita) (A); Detalhe da ornamentação em microscopia óptica de *Bromus catharticus* (B) e *Guadua trinii* (C); Detalhe da abertura de *Bromus catharticus* (D) e *Guadua trinii* (E).



Quando a exina dos grãos de pólen das espécies estudadas foi observada sob microscopia óptica (Figuras 4B e 4C), constatou-se que sua superfície apresenta microespinhos. Como espécies florestais necessitam de intervenção biótica para a polinização e esses táxons são evolutivamente mais basais, é possível que essa superfície ornamentada auxilie a polinização das espécies mais basais e que essa característica tenha se perpetuado nos táxons mais derivados que utilizam somente a anemofilia para polinização.

Discussão

O táxon com polinização exclusivamente anemófila (*Bromus catharticus*) apresentou tamanho aproximadamente duas vezes menor que *Guadua trinii*. Essa característica pode estar relacionada à diminuição do peso específico do grão de pólen de *Bromus catharticus* para facilitar seu transporte pelo vento, já que grãos de pólen com tamanho grande são pesados, e a distância alcançada para polinização é pequena (DAMIALIS; KONSTANTINOU, 2011).

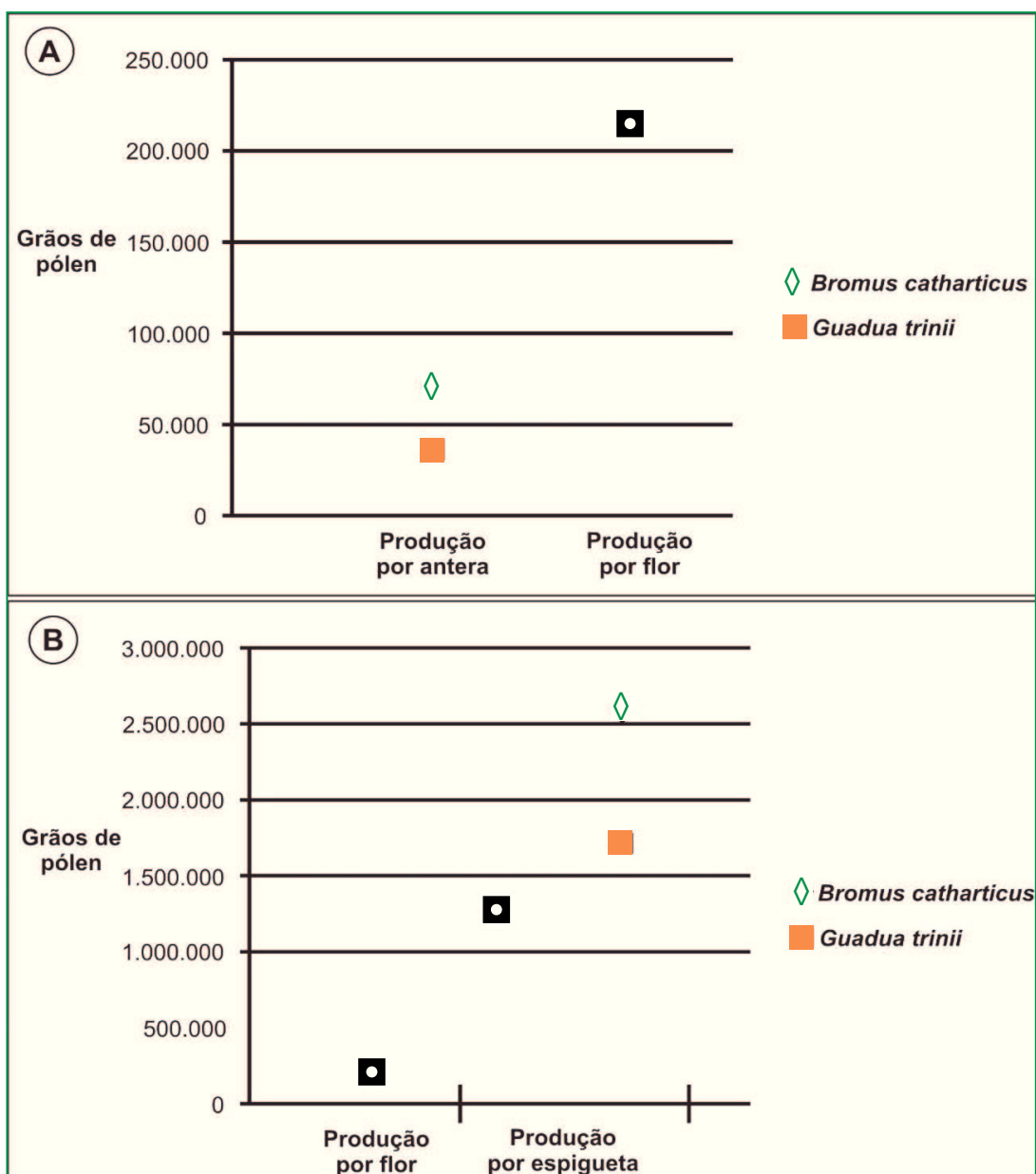
Embora espécies anemófilas, de modo geral, apresentem produção polínica maior que táxons entomófilos, muitas vezes esses padrões não ocorrem, acontecendo o inverso (espécies anemófilas com menor produção polínica que táxons entomófilos). Isso pode ser observado, por exemplo, em táxons entomófilos da família Solanaceae que, quando comparados com as espécies de Poaceae, tanto anemófilas como entomófilas apresentam produção polínica muito superior (RAMOS, 2013).

Essa baixa produção polínica por antera em espécies anemófilas de Poaceae é compensada, muitas vezes, pelo maior número de anteras por flor e de flores por inflorescências (FAEGRI; PIJL, 1979), que resultam na grande quantidade de grãos de pólen dispersos no ambiente (FAEGRI; PIJL, 1979; PRIETO-BAENA, 2003). Embora *Bromus catharticus* apresente o dobro de produção polínica por antera do que *Guadua trinii*, aquela espécie campestre tem metade da quantidade de anteras por flor em relação à espécie florestal *Guadua trinii*. Desta maneira, quando tomados os valores de produção polínica por flor, as duas espécies demonstram

as mesmas quantidades de produção (Figura 5A). Contudo, como o número de flores por espiguetas também influencia a quantidade total de grãos de pólen que uma planta produz, a produção polínica por espiguetas entre as duas espécies novamente demonstra divergência, podendo *Bromus catharticus* produzir até 2.556.000 grãos de pólen por inflorescência, enquanto *Guadua trinii* produz no máximo 1.716.000 grãos de pólen por inflorescência (Figura 5B).

A produção polínica diferencial entre táxons campestre e florestal da família Poaceae pode estar relacionada à síndrome de polinização das espécies, já que o táxon campestre e anemófilo apresentou o dobro de produção polínica em relação à espécie florestal que é assistida por insetos. Embora a produção polínica por flor tenha demonstrado valores semelhantes para as duas espécies, a produção polínica por espiguetas novamente demonstra as diferenças na quantidade produzida de grãos de pólen pelos táxons.

FIGURA 5: Comparação entre a produção polínica por antera e produção polínica por flor de *Bromus catharticus* e *Guadua trinii* (A); Comparação entre a produção polínica por flor e produção polínica por espiguetas de *Bromus catharticus* e *Guadua trinii* (B).



Existe relação inversamente proporcional entre o tamanho do grão de pólen e a produção polínica por antera e por espigueta. A ornamentação microequinada geralmente relacionada à entomofilia devido a sua superfície esculturada foi observada nas duas espécies.

Com base nas informações apresentadas, é esperado que grãos de pólen de táxons florestais da família Poaceae sejam encontrados com menor frequência em sedimentos quaternários do que os grãos de pólen de espécies campestres. Desta maneira as espécies florestais de Poaceae podem ser subestimadas nos registros fósseis, enquanto os táxons campestres são superestimados. Isso pode influenciar a interpretação das dinâmicas da vegetação campestre e florestal do passado baseadas em grãos de pólen da família Poaceae. Esses estudos serão aplicados às investigações do pólen de sedimentos quaternários, a fim de elucidar as concentrações do pólen de Poaceae bem como sua representatividade nos ecossistemas de campo e floresta no passado.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Angelo Alberto Schneider da UNIPAMPA pelo auxílio na identificação botânica dos táxons estudados. A Roberta Nunes Radaeski pelo auxílio com as imagens em saídas a campo.

Referências

- ABOULAICH, N.; BOUZIANE, H.; KADIRI, M.; TRIGO, M. D. M.; RIADI, H.; KAZZAZ, M.; MERZOUKI, A. Pollen production in anemophilous species of the Poaceae family in Tetouan (NW Morocco). *Aerobiologia*, Dordrecht, v. 25, p. 27-38, 2009.
- ASHMAN, T.; KNIGHT, T. M.; STEETS, J. A.; AMARASEKARE, P.; BURD, M.; CAMPBELL, D. R.; DUDASH, M. R.; JOHNSTON, M. O.; MAZER, S. J.; MITCHELL, R. J.; MORGAN, M. T.; WILSON, W. G. Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. *Ecology*, New York, v. 85, n. 9, p. 2408-2421, 2004.
- AVILA, L. R.; BAUERMANN, S. G. Espectros de precipitação polínica durante as estações de outono-inverno no município de Novo Hamburgo Rio Grande do Sul. Instituto Anchieta de Pesquisas, São Leopoldo, *Pesquisas, Botânica*, São Leopoldo, v. 51, p. 51-58, 2001.
- BAUERMANN, S. G. *Análises palinológicas e evolução paleovegetacional e paleoambiental das turfeiras de Barrocadas e Águas Claras, Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil*. 2003. 137 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2003.
- BEHLING, H.; PILLAR, V.; BAUERMANN, S. G. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (campos), fire and climate dynamics, inferred from a high-resolution pollen record of Cambará do Sul in southern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, New York, v. 203, p. 277-297, 2004.
- BOLDRINI, I. I. *Biodiversidade dos Campos do Planalto das Araucárias*. Série Biodiversidade, Vol. 30. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. 240 p.
- BOLDRINI, I. I.; LONGHI-WAGNER, H. M. Poaceae no Rio Grande do Sul: diversidade, importância na fitofisionomia e conservação. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v. 42, p. 71-92, 2011.
- BOLDRINI, I. I.; LONGHI-WAGNER, H. M.; BOECHAT, S. C. *Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses*. 2. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2008. 87 p.
- BUSH, M. B. On the interpretation of fossil Poaceae pollen in the lowland humid neotropics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, New York, v. 177, p. 5-17, 2002.
- CARVALHO, T. C. P. *Comportamento de algumas cultivares de Ameixeira Japonesa (Prunus salicina) quanto à polinização no Rio Grande do Sul*. 1989. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 1989.
- CLAYTON, W. D.; VORONTSOVA, M. S.; HARMAN, K. T.; WILLIAMSON, H. *GrassBase – The Online World Grass Flora*. 2015. Disponível em: <<http://www.kew.org/data/grasses-db.html>>. Acesso em: 16 abr. 2015.
- CUNHA, D. J.; RADAESKI, J. N.; BAUERMANN, S. G. Primeiro registro de grãos de pólen diporados da família Poaceae em sedimentos quaternários da América do Sul. In: PALEO RS 2015, 2015, São Gabriel. *Anais...* São Gabriel: Unipampa, 2015. p. 8.
- DAMIALIS, A.; KONTANTINOU, G. N. Cereal pollen sensitization in pollen allergic patients: to treat or not to treat? *European Annals of Allergy and Clinical Immunology*, Milan, v. 43, n. 2, p. 36-44, 2011.
- DAMIALIS, A.; FOTIOU, C.; HALLEY, J. M.; VOKOU, D. Effects of environmental factors on pollen production in anemophilous woody species. *Trees*, Berlin, v. 25, p. 253-264, 2011.
- DÓREA, M. C. *Morfologia polínica, fenologia reprodutiva e biologia floral de espécies florestais de Poaceae*. 2011. 166 f. Tese (Doutorado em Ciências - Botânica) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 2011.
- ERDTMAN, G. *Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms*. Stockholm: Almqvist & Wiksell, The Chronica Botanica Co., 1952. 539 p.
- FAEGRI, K.; IVERSEN, J. *Textbook of pollen analysis*. New York: Hafner Publishers, 1989. 486 p.
- FAEGRI, K.; PIJL, V. D. *The principles of pollination ecology*. 3 ed. New York: Pergamon Press, 1979. 244 p.
- FUCHS, S. C. B. *Grãos de pólen alergógenos no mês de setembro, Canoas, RS, Brasil*. 2007. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas. 2007.
- GUILHERME, F. A. G.; RESSEL, K. Biologia floral e sistema de reprodução de *Merostachys riedeliana* (Poaceae: Bambusoideae). *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 205-211, 2001.

- JAN, F.; SCHÜLER, L.; BEHLING, H. Trends of pollen grain size variation in C3 and C4 Poaceae species using pollen morphology for future assessment of grassland ecosystem dynamics. **Grana**, Stockholm, v. 53, p. 1-17, 2014.
- KHANDURI, V. P. Variation in anthesis and pollen production in plants. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, Dubai, v. 11, n. 6, p. 834-839, 2011.
- KHANDURI, V. P.; SHARMA, C. M. Pollen productivity variations. Pollen-ovule ratio and sexual selection in *Pinus roxburghii*. **Grana**, Stockholm, v. 41, p. 29-38, 2002.
- LOPES, L. A.; RAMOS, A. F.; EVALDT, A. C. P.; BAUERMANN, S. G. Produção polínica e tipos de polinização existentes nas formações campestres do bioma Pampa no Rio Grande do Sul. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JUNIOR, FÓRUM DE PESQUISA DA ULBRA, 2013, XIX, I, XIII, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 2013. Versão eletrônica.
- MOLINA, R. T.; RODRÍGUEZ, A. M.; PALACISO, I. S.; LÓPEZ, F. G. Pollen production in anemophilous trees. **Grana**, Stockholm, v. 35, p. 38-46, 1996.
- PEEL, R. G.; ORBY, P. V.; SKJOTH, C. A.; KENNEDY, R.; SCHLÜNSSEN, V.; SMITH, M.; SOMMER, J.; HERTEL, O. Seasonal variation in diurnal atmospheric grass pollen concentration profiles. **Biogeosciences**, Orono, v. 11, p. 821-832, 2014.
- PILLAR, V. D. P.; MULLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. Á. **Campos Sulinos** – Conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. 403 p.
- PILLAR, V. P.; LANGE, O. **Os Campos do Sul**. Rede Campos Sulinos. Porto Alegre: UFRGS, 2015. 192 p.
- PRIETO-BAENA, J. C.; HIDALGO, P. J.; DOMÍNGUEZ, E.; GALÁN, C. Pollen production in the Poaceae family. **Grana**, Stockholm, v. 42, p. 153-160, 2003.
- RADAESKI, J. N. **Morfologia polínica de táxons de Poaceae do Rio Grande do Sul**: uma abordagem para distinguir vegetações campestres e florestais no sul do Brasil. 2015. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Pampa, São Gabriel. 2015.
- RADAESKI, J. N.; EVALDT, A. C. P.; BAUERMANN, S. G. Produção polínica de algumas espécies da família Asteraceae no Rio Grande do Sul, Brasil: contribuição sobre a quantidade total de grãos de pólen ofertadas. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JUNIOR, FEIRA DE CIÊNCIAS E INOVAÇÃO, FÓRUM DE PESQUISA DA ULBRA, 2014, XX, II, I, XIV, XIII, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 2014a. Versão eletrônica.
- RADAESKI, J. N.; EVALDT, A. C. P.; BAUERMANN, S. G.; LIMA, G. L. Diversidade de grãos de pólen e esporos dos Campos do sul do Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. Porto Alegre, **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 69, p. 107-132, 2014b.
- RAMOS, A. F. **Produção polínica de *Solanum sisymbriifolium* Lam. (Solanaceae) e a coleta de pólen pelas abelhas visitantes florais**. 2013. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas. 2013.
- RAMOS, A. F.; BAUERMANN, S. G.; EVALDT, A. C. P. Produção polínica de algumas espécies de angiospermas anemófilas e entomófilas do Parque Estadual do Espinilho Rio Grande do Sul- Brasil. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JUNIOR, FÓRUM DE PESQUISA DA ULBRA, 2011, XVII, XI, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 2011. Versão eletrônica.
- REDDI, C. S.; REDDI, N. S. Pollen production in some anemophilous Angiosperms. **Grana**, Stockholm, v. 25, p. 55-61, 1986.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L. **Crítérios e técnicas para o Quaternário**. São Paulo: Ed. Blücher, 2007. 387 p.
- SBERSI, F.; VERGAMINI, S. M.; ZOPPAS, B. C. D. A. Calendário polínico da cidade de Caxias do Sul/RS – *Poaceae*: dados preliminares e metodologia. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS, 2002, Porto Alegre. **Livro de Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2002. Versão eletrônica.
- SCHMIDT, R.; LONGHI-WAGNER, H. M. A tribo Bambuseae (Poaceae, Bambusoideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, p. 71-128, 2009.
- SILVA, C. I.; FONSECA, V. L. I.; GROppo, M.; BAUERMANN, S. G.; SARAIVA, A. M.; QUEIROZ, E. P.; EVALDT, A. C. P.; ALEIXO, A. P.; CASTRO, J. P.; CASTRO, M. M. N.; FARIA, L. B.; CALIMAN, M. J. F.; WOLFF, J. L.; NETO, H. F. P.; GARÓFALO, C. A. **Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no Campus da USP de Ribeirão Preto**. 1. ed. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2014. 153 p.
- VERGAMINI, S. M.; VALENCIA-BARRERA, R. M.; SBERSI, F.; MAFFAZIOLI, T. F. Palinologia do componente herbáceo na atmosfera de Caxias do Sul, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, Feira de Santana, v. 20, n. 4, p. 937-941, 2006a.
- VERGAMINI, S. M.; ZOPPAS, B. C. D. A.; VALENCIA-BARRERA, R. M.; FERNÁNDEZ-GONZÁLES, D. Dinâmica aeropalínica de Gramineae na cidade de Caxias do Sul, RS. **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 14-17, 2006b.