

Morfologia dos grãos de pólen de angiospermas modernas da Ilha King George, Ilhas Shetland do Sul, Península Antártica

Patrícia Nunes Gonçalves, Paulo César Pereira das Neves

Lab. de Palinologia, ULBRA/Canoas. Av. Farroupilha 8001, 92425-900 Canoas, RS. patricianunesg@gmail.com, nevespc@yahoo.com.br

Aline Tonin

Labo. de Anatomia Vegetal, Depto de Botânica, UFRGS. Av. Bento Gonçalves 9500, Câmpus do Vale, PROANTAR. alitonin@hotmail.com

Antônio Batista Pereira

Universidade Federal do Pampa, UNIPAMPA, Câmpus de São Gabriel, RS. anbatistape@yahoo.com.br

RESUMO

Durante o Mesozóico e o Paleógeno, as áreas do norte da Península Antártica abrigaram uma vegetação diversificada e composta por muitos grupos de fetos, coníferas e, a partir do Cretáceo, também de angiospermas. O gradativo isolamento do continente a partir do final do Paleógeno, principal fator para sua cobertura pelo gelo, provocou o quase desaparecimento desta vegetação. Hoje, musgos e líquens e poucas angiospermas herbáceas concentram-se nas áreas mais livres de gelo, especialmente nas ilhas oceânicas periantárticas e do norte da Península. Neste trabalho, são apresentadas as características vegetativas e a morfologia e ultra estrutura dos grãos de pólen das três únicas angiospermas ainda hoje presentes na Ilha King George, Ilhas Shetland do Sul. Estas são representadas por *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl., uma Caryophyllaceae, e pelas Poaceae, *Deschampsia antarctica* Desv. e *Poa annua* L. A associação das duas primeiras espécies com depósitos de turfa datados como tendo 4090 ± 90 anos A. P. indica seu caráter nativo, enquanto a *P. annua* seria uma espécie indígena, provavelmente trazida pela influência antrópica no continente ou transportada por animais. O padrão morfológico dos grãos de pólen encontrados é pantoporado com espinescências em *C. quitensis* e monoporado psilado, a levemente escabrado, em *D. antarctica* e *P. annua*.

Palavras-chave: Palinologia, Poaceae, Caryophyllaceae, Holoceno, Península Antártica, Ilha King George.

ABSTRACT

POLLEN GRAIN MORPHOLOGY OF THE THREE MODERN ANGIOSPERMS ON KING GEORGE ISLAND, SOUTH SHETLAND ISLANDS, ANTARCTIC PENINSULA. During the Mesozoic and Paleogene period the northern areas of the Antarctic Peninsula were covered by diversified vegetation that included many groups of ferns and conifers. From the Cretaceous period onwards there were also angiosperms. The fall of global temperatures since the beginning of Paleogene and the gradual isolation of the continent from other southern land masses, resulted in near extinction of this vegetation and the definitive covering of the continent by ice. This work aims to present the morphology and ultrastructure of the pollen grains from the few groups of herbaceous angiosperms that today live on King George Island, in the South Shetland Islands, where are accompanied by mosses and lichens. They are represented by one Caryophyllaceae, *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl., and two Poaceae, *Deschampsia antarctica* Desv. and *Poa annua* L. These species were registered in peat bogs dated from 4090 ± 90 years B.P. and are here considered as native and relict forms. The presence of *P. annua* probably represents the effect of human activities in the continent or could result from animal induced dispersion by long distances. The morphologic pattern of the pollen grains is pantoporate, echinoid, in *C. quitensis*, and porate, psilate to moderate scabrate, in *D. antarctica* and *P. annua*.

Key words: Palynology, Poaceae, Caryophyllaceae, Holocene, Antarctic Peninsula, King George Island.

INTRODUÇÃO

A Ilha King George é a maior e mais setentrional das Ilhas Shetland do Sul e localiza-se entre as coordenadas de 61°54'-62°16' S e 57°35'-59°02' W (Figura 1). Aproximadamente 93% de seus 240 km² são cobertos por gelo (Moll *et al.*, 2005).

O caráter insular e a posição geográfica lhe conferem um clima marítimo, úmido e frio (Etf, segundo Köppen-Geiger, 1936

in Mcknight e Hess, 2000), condicionado pela influência de sucessivos sistemas climáticos que trazem massas de ar quente e úmido, responsáveis pelos fortes ventos de direção dominante NW e W e pelos bons índices de precipitação. As temperaturas médias anuais variam entre 2,9°C e 2,0°C (Setzer e Hungria 1994; Bitanja, 1995; Braun *et al.*, 2001; Ferron *et al.*, 2004). As condições mais amenas das ilhas oceânicas do norte da Península, entre as

quais se insere a Ilha King George, em relação aos climas extremamente frios e secos do Continente Antártico, propiciam ecossistemas mais diversificados e dinâmicos (Inoue, 1991; Francelino, 2004).

Durante o Mesozóico, as áreas da Península Antártica abrigaram uma vegetação composta por fetos e gimnospermas diversificadas, que compartilhava elementos comuns com outras massas de terra do Gondwana (Césari, 2006, Birkenma-

jer e Ociepa, 2008). A partir do Cretáceo, presencia-se a chegada das primeiras angiospermas (Cantrill e Nichols, 1996). Na Ilha King George, a deposição inicia no Cretáceo Superior e, com o acréscimo das angiospermas, atesta biomas composicionalmente muito semelhantes aos que hoje ocorrem na parte sul e ocidental dos Andes, especialmente na região de Valdivia, no Chile (Poole *et al.*, 2003; Dutra, 2001). Ao mesmo tempo, compartilha elementos comuns com a flora da Nova Zelândia e do sudeste da Austrália, onde a presença do gênero *Nothofagus* é característica, acompanhado de coníferas Cupressaceae, Podocarpaceae e Araucariaceae, e pteridófitas (Dutra, 2001, 2004).

A partir do Plioceno, o isolamento definitivo do continente das outras massas de terra do Hemisfério Sul e, desde o início do Oligoceno, as oscilações climáticas com tendência a temperaturas cada vez mais baixas, levaram ao gradativo desaparecimento da vegetação e impossibilitaram sua recolonização posterior (Truswell, 1990; Dutra, 2004), muito embora Birkenmajer e Zastawniak (1989) apontem ainda para a existência de uma flora bastante empobrecida para níveis do Mioceno da Ilha King George.

Hoje a vegetação neste setor da Antártica é dominada quase que exclusivamente por líquens e briófitas, concentrados sobre os grandes blocos de rocha que compõem os depósitos de morena (Olech, 1996; Øvstedal e Lewis, 2001), e por musgos, que se desenvolvem nos locais mais baixos e alagados (Li e Li, 1991). Dados radiométricos de 4090 ± 90 anos A. P. apontam para o desenvolvimento de extensas turfeiras em muitos setores da ilha desde o Holoceno Médio (Birkenmajer *et al.*, 1985).

Segundo Zarzycki (1993), entre os musgos componentes das turfas, estão representantes das espécies *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske, *Polytrichum juniperinum* Hedw., *P. alpinum* Hedw. e *Warnstorfia laculosa* (C. Muell.) Ochira e Matteri. Em torno de comunidades de aves, é muito característica a presença de *Prasiola crispa* (Lighthfoot) Menegah., uma alga macroscópica que, em simbiose, forma o líquen *Mastodia tessellata* Hook. f. et Harv. Os líquens

são representados por cerca de 360 espécies, sendo as formas mais frequentes *Coloplaca regalis* (Vain.) Zahlbr., *Usnea antarctica* Du Rietz, *U. antarctica-atra* (Jacq.) Bory e *Xanthoria elegans* (Link.) Th. Fr..

Duas formas naturais de angiospermas herbáceas convivem com estes organismos na Ilha King George, uma Caryophyllaceae, *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl., o *antarctic pearlwort* (Figura 2A) e uma Poaceae, *Deschampsia antarctica* Desv., conhecida como *antarctic hair grass* (Figura 3A). A primeira cresce nas áreas baixas e alagadas e sobre encostas baixas e desnudas (Figuras 2B e 4), onde o calor da rocha favorece seu crescimento (Zarzycki, 1993). Já *D. antarctica* possui distribuição ampla, ocorrendo desde a costa (Figura 3B) até áreas mais elevadas, em geral junto à rocha nua ou em formações rochosas ilhadas pelo gelo, os *nunatacks* (Figuras 3C, 4). É igualmente frequente nos locais onde se concentra a megafauna de mamíferos e aves.

Para Gielwanowska *et al.* (2005), *C. quitensis* e *D. Antarctica* constituem elementos indígenas da ilha. Parnikoza *et al.* (2007) propõem um caráter relictual para

essas angiospermas e afirmam que as mesmas chegaram ao norte da Península por uma migração ocorrida entre o final do Oligoceno e o Plioceno antes do definitivo isolamento do continente. As análises moleculares realizadas sugerem que sua manutenção pode ter sido auxiliada por dispersões posteriores em fases de clima mais favorável, quando teriam sido transportadas pelos pássaros. Sua presença em outras ilhas peri-antárticas (Bascuñán-Godoy *et al.*, 2006) parece apoiar essas inferências.

A terceira espécie, *Poa annua* L. (*annual bluegrass*), é de hábito ruderal. Seu caráter nativo do continente euro-asiático sugere tratar-se de elemento exótico. Possui hoje uma distribuição global, abrangendo as Américas e regiões em torno do Pacífico e suas ilhas oceânicas, germinando quando as temperaturas diminuem a partir do final do verão. Sua manutenção nas Ilhas Shetland parece dever-se à sua adaptação a climas frios e à altitude (Longhi-Wagner, 2001), mas os mecanismos envolvidos em seu transporte permanecem pouco estudados. Para alguns estudiosos, seria trazida pelos fortes ven-



Figura 1. Mapa de localização e local da coleta na Ilha King George (modificado de Rakusa-Suszczewski, 1993).

Figure 1. Location map and collect sites on King George Island (modified from Rakusa-Suszczewski, 1993).



Figura 2. *Colobanthus quitensis* (Caryophyllaceae).
Figure 2. *Colobanthus quitensis* (Caryophyllaceae).



Figura 3. A. *Deschampsia antarctica* (Poaceae); B. *D. antarctica* crescendo em áreas baixas da costa; C. *D. antarctica* crescendo junto a formações rochosas (fotos A e B de A.T. Hadano, INPE, Brasil).
Figure 3. A. *Deschampsia antarctica* (Poaceae); B. *D. antarctica* growing up in the low and coastal environments of King George Island and; C. *D. antarctica* growing up near rocks and naked soils from high areas (photos A and B from A. Hadano, INPE, Brazil).

tos que, como vimos, caracterizam a região. Para outros, seu transporte seria devido a animais (aves ou mamíferos marinhos) ou à atividade antrópica intensa que caracteriza a ilha (Olech, 1996; Mishra *et al.*, 2004; Chwedorzewska, 2008). Sua ocorrência preferencial junto às estações de pesquisa parece apoiar este último aspecto.

Para Bravo-Ramirez *et al.* (2004), a baixa diversidade e a densidade atual das angiospermas na Antártica resultam das baixas temperaturas e da alta irradiação solar, fatores limitantes ao pleno desenvolvimento de outros tipos de plantas.

O presente trabalho tem como objetivo descrever a morfologia dos grãos de pólen das espécies atuais de angiospermas presentes na Ilha King George e fazer sua caracterização botânica. O trabalho também visa fornecer subsídios ao acompanhamento dos efeitos das mudanças climáticas sobre a região nos últimos milhões de anos para futuros trabalhos que visem a sua preservação e para a avaliação do impacto da presença humana nas áreas periféricas da Antártica mais intensamente visitadas e exploradas por sua proximidade com os outros continentes e onde está o maior número de edificações e instalações científicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os grãos de pólen foram coletados de material armazenado em exsiccatas depositadas no Herbário HERULBRA, da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA/Canoas), coletadas durante as atividades do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR). Foram armazenadas no mesmo local sob os números P-0123 (*D. antarctica*), P-0124 (*C. quitensis*) e P-0544 (*P. annua*).

O material foi processado com acetólise, segundo a técnica de Erdtman (1952), e as lâminas foram montadas em gelatina glicerina e observadas em microscopia de luz fotônica (ML) com 25 medidas para cada espécie. Para as análises em microscopia eletrônica de varredura, os grãos foram fixados pelo método de Millonig (1961) e desidratados. Após esse procedimento, foram metalizados com Au-Pd com 15 nm de espessura. A sistemática utilizada foi a de Cronquist (1981), e a

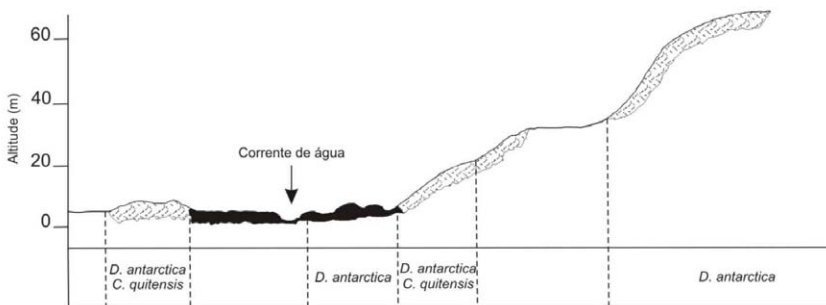


Figura 4. Perfil horizontal da distribuição e contexto ambiental das angiospermas nativas da Ilha King George (modificado de Zarzycki, 1993).
Figure 4. Horizontal profile of the distribution and environmental context of the two native angiosperms on King George Island (modified from Zarzycki, 1993).

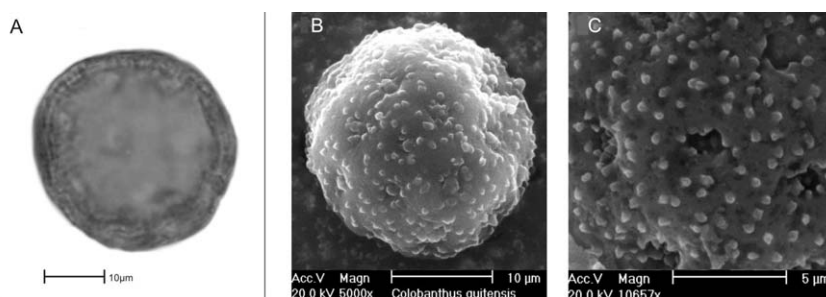


Figura 5. A. *Colobanthus quitensis* (em MO); B, C. *C. quitensis* (em MEV).
Figure 5. A. *Colobanthus quitensis* (in OM); B, C. *C. quitensis* (in EMS).

base nomenclatural utilizada foi a de Hooker e Jackson (1895).

RESULTADOS

Divisão MAGNOLIOPHYTA

Cronquist, Takhtajan & Zimmermann 1966

Classe MAGNOLIOPSIDA Cronquist,

Takhtajan & Zimmermann 1966

Subclasse CARYOPHYLLIDAE

Takhtajan 1966

Ordem CARYOPHYLLALES Ben-

tham & Hooker 1862

Família CARYOPHYLLACEAE A. L.

de Jussieu 1789 nom. conserv.

Colobanthus quitensis (Kunth) Bartl.

Colobanthus quitensis (Kunth) Bartl. 1831
in C. Presl. Reliq. Haenk. 2:13.

Sinonímia. *C. crassifolius* (D'Urv.)

Hooker f. 1847, *Fl. Antarct.* I(2): 248.

Descrição da parte vegetativa. Caule simples ou ramificado, formando densos céspedes em forma de almofada e ramos, quando presentes, com entre 0,5 e 5,0 cm, podendo chegar até 7,0 cm. Folhas desde 5,0 até 35,0 cm de comprimento e 0,3 a 1,6 mm de largura, lineares a linear-triangulares, obtusas ou subagudas, curtamente mucronadas, membranosas e com base pouco engrossadas, raramente subcoriáceas. Flores pedunculadas, atingindo aproximadamente o tamanho das folhas. Sépalas 4-5(6), (2,2) 2,5-4,5 x 0,6-1,6 mm, ovadas a triângulo-ovadas, usualmente obtusas, curtamente mucronadas com margem membranosa. Cápsula com, aproximadamente, o tamanho das sépalas, triangular a reniforme, lisa e de cor castanho-avermelhada.

Descrição dos grãos de pólen. Grãos de tamanho médio, com diâmetro médio de 32,5 µm (29,0-35,5 µm), âmbito circular,

subesferoidais, pantoporados e com cerca de 26 poros, apolares, radiosimétricos (Figuras 7A, B). Diâmetro médio dos poros de 3,3 μm (2,9-3,5 μm). Exina tectada, columelada, micro-equinada, espículos distribuídos regularmente sobre a superfície, além de perfurações no teto, somente visualizáveis em MEV (Figura 5C).

Ocorrência. Planta comum na região alto-andina desde o México até o Chile, onde se caracteriza por sua resistência ao frio e à luminosidade intensa (Bascuñán-Godoy *et al.*, 2006). Na Argentina, ocorre desde a província de San Juan até a Terra do Fogo (Nicora e Agrasar, 1987; Germain e Volponi, 2003). Na Península Antártica, além de na Ilha King George, ocorre em outras das Ilhas Shetland e no arquipélago de Orcadas do Sul (Zarzycki, 1993).

Classe LILIOPSIDA Cronquist,
Takhtajan e Zimmermann 1966
Subclasse COMELINIDAE Takhtajan 1966
Ordem CYPERALES G. T. Burnett 1835
Família POACEAE Barnhart 1895
nom. conserv.

Deschampsia antarctica Desv.

Deschampsia antarctica Desv. 1853 in C. Gay, *Hist. Chile Bot.*, 6:338.

Sinonímias. *Aira antarctica* Hooker, non Forster f. – Hooker 1947.

A. aciphylla Franchet. 1889. *Miss. Sci. Cap Horn*, 384.

D. aciphylla (Franchet.) Speg. 1896. *An. Mus. Nac. Bs Aires*, 5:89.

D. tenella Phil. 1896, *Anal. Univ. Chile*, 94:25.

D. elegantula (Steudel) Parodi 1949, *Darwiniana*, 8(4):452.

Descrição da parte vegetativa. Folhas com entre 1,2 a 1,5 cm de comprimento e entre 0,1 e 10,0 mm de largura, limbo setáceo, convolutas e glabras. Lígula com 2-9 mm, acuminada e glabra. Colmo com 4-38 cm, ascendente a ereto, glabro. Panícula com 6-15 cm, laxa. Espiguetas com duas flores, raquila entre flores com 1,0-1,5 mm. Glumas lanceoladas, acuminadas, escamiformes. Lema 1,8-3,3 mm,

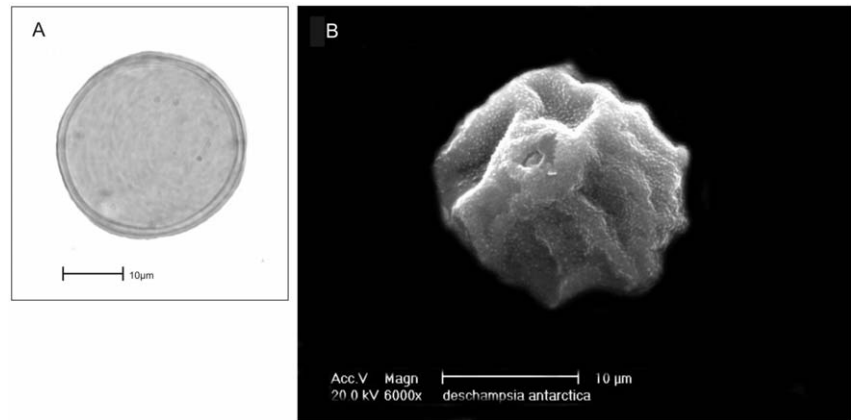


Figura 6. A. *Deschampsia antarctica* (em MO); B. *D. antarctica* (em MEV).
Figure 6. A. *Deschampsia antarctica* (in OM); B. *D. antarctica* (in EMS).

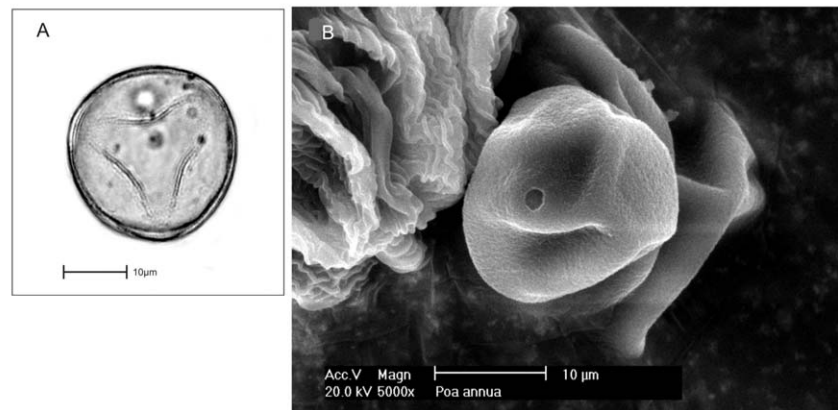


Figura 7. A. *Poa annua* (em MO); B. *P. annua* (em MEV).
Figure 7. A. *Poa annua* (in OM); B. *P. annua* (in EMS).

lanceolada, irregularmente 4-dentada. Pálea com 2,0-2,5 mm, oblonga. Anteras com 0,25-0,8 mm.

Descrição dos grãos de pólen. Grãos de tamanho médio, com diâmetro polar médio de 37,0 μm (33,0-39,0 μm), diâmetro equatorial médio de 33,0 μm (31,0-36,0 μm), âmbito circular, subesferoidais, monoporados, heteropolares (Figura 6A). Poro situado no pólo distal, com espessamento anelar característico. Exina psilada a levemente escabradada, com escabras somente visualizáveis em MEV (Figura 6B).

Ocorrência. Nativa das latitudes abaixo de 56° S e restrita a elas, é registrada em várias ilhas sub-antárticas e nas estepe do setor subandino da Província Pa-

tagônica, na Argentina (Nicora e Agrasar, 1987). Um número variado de espécies do gênero caracterizam as turfeiras do sul da Argentina e das ilhas Malvinas, junto com *D. antarctica*, *D. cespitosa* (L.) P. Beauv., *D. kingii* (Hook. f.) Desv. e *D. flexuosa* (L.) Trin., em geral ocorrendo em lugares abertos e associadas a comunidades de *Carex* sp. (Roig, 2004) e nas comunidades da estepe patagônica, de menor precipitação, onde ocorre com *Festuca* sp., outra gramínea (Trivi de Mandri *et al.*, 2006).

As feições anatômicas e de ultra-estrutura das folhas desta espécie foram descritas por Gielwanowska *et al.* (2005), e a análise genética das populações foi realizada por Holderegger *et al.* (2003).

Poa annua L.

Poa annua L. 1753, Sp. Pl. 68.

Descrição da parte vegetativa. Planta anual, cespitosa laxa e ereta. Folha com entre 7,0 mm e 55,0 mm de comprimento e 0,8 a 3,5 mm de largura, com lâmina plana, pontuda ou sub-obtusa, glabra. Lígula com entre 1,0 e 5,0 mm, obtusa, às vezes, serrada. Colmo com 20-120 mm, ereto, glabro. Panícula com 0,7-6,5 cm, mais ou menos piramidal, laxa. Espigueta com 3,0-6,5 mm, com 2-6 flores. Glumas escamiformes, com 1,7-2,6 mm, ovado-lanceoladas. Lema com 2,6-3,5 mm, oval. Pálea com 2,1-3,0 mm, ovado-lanceolada. Anteras com 0,5-1,0 mm.

Descrição dos grãos de pólen. Grãos de tamanho médio, com diâmetro polar médio de 29 µm (27,6-34,0 µm) e diâmetro equatorial médio de 26,0 µm (25,0-28,0 µm) (Figura 7A). Âmbito circular, subesferoidais, monoporados, heteropolares. Poro situado no pólo distal, com espessamento anelar característico. Exina psilada a levemente escabrada, com escabras somente visíveis em MEV (Figura 7B). Os grãos de pólen de *P. annua* haviam sido previamente estudados por Rowley (1962, 1963, 1964) em termo das características da esporopolenina, presença dos corpos de Ubish e formação do poro.

Ocorrência. Espécie cosmopolita de origem euro-asiática, extremamente comum em várias partes do mundo e bem adaptada às regiões temperadas e frias, a locais alterados e de altitude, inclusive no sudeste do Brasil e em áreas da Cordilheira dos Andes (Longhi-Wagner, 2001). *P. annua* se caracteriza como planta invasora de grande capacidade adaptativa, tendo sido observada em distintas associações e em condicionamentos edáficos e climáticos, inclusive em áreas urbanizadas de várias partes do mundo, mesmo quando distantes entre si (Moglia, 2006).

DISCUSSÃO

Os grãos de pólen de *C. quitensis* apresentam um padrão morfológico geral pantoporado, com espículos. Essas características diferem muito pouco daquelas

encontradas nas demais espécies do gênero *Colobanthus*, registradas na flora austral sul-americana, tais como *C. lycopodioides* Griseb. e *C. subulatus* Hook. f. (Germain e Volponi, 2003), dificultando sua identificação em sedimentos do Pleistoceno e do Holoceno da Antártica. A ausência, atualmente, de outras formas macroscópicas do gênero na Ilha King George confere, contudo, certa segurança à diagnose. Junto com *D. antarctica*, é a única outra angiosperma considerada nativa das áreas da Península Antártica e ilhas oceânicas do mar de Drake e Atlântico Sul (Nicora e Agrassar, 1987; Parnikoza *et al.*, 2007).

Já a caracterização das Poaceae em categoria inferior à de família é mais difícil em sedimentos anteriores ao Recente pelo caráter estenopolínico de seus grãos de pólen (Erdtman *et al.*, 1961; Salgado-Labouriau, 1973). Os aspectos morfológicos presentes em *D. antarctica* e *P. annua* se assemelham em muito aos figurados para *Graminidites* sp., identificado na microflore cenozóica das Ilhas Falkland, da Terra do Fogo e do Centro-Sul da Argentina por Macphail e Cantrill (2006). Ambos possuem um padrão geral monoporado psilado a levemente escabrado. Stuchlik (1981) associou igualmente a este táxon os grãos de pólen (*G. antarcticus* Cookson, identificados em níveis do Eoceno Médio (Lutetiano-Bartoniano) da Baía do Almirantado, na própria Ilha King George (parte superior da Formação Arctowski Cove de Birkenmajer, 1980). Contudo, o autor propõe uma afinidade com o gênero moderno *Bambusa*.

Em relação à dispersão dessas plantas, é possível que os processos de polinização, a entomofilia em Caryophyllaceae e a anemofilia em Poaceae (Faegri e Pijl, 1971), tenham contribuído para sua chegada até as áreas da Antártica, auxiliados por sua adaptação prévia a climas mais frios. Parnikoza *et al.* (2007) propõem que aves marinhas possam estar igualmente envolvidas na propagação das angiospermas antárticas.

Já a concentração de *P. annua* junto às áreas habitadas das estações científicas, levando em conta ainda sua origem distante, parece sugerir uma chegada até as áreas

da Península Antártica e da Ilha King George, através das expedições originadas de várias partes do globo (Olech, 1996; Mishra *et al.*, 2004) ou desde as Américas, graças à sua grande capacidade de dispersão e adaptação ao frio. Chwedorzewska (2008), detendo-se no nível de polimorfismo, de variabilidade genética e das relações entre as populações de *P. annua* nas Ilhas Shetland e em duas localidades distintas do globo (Argentina e Polônia), demonstrou a grande variabilidade das formas da ilha, o que apoiaria, segundo a autora, uma relação com a presença humana na região.

Outros meios de transporte seriam os animais, o vento, ou, como propõem Dias da Cunha *et al.* (2004), os aerossóis que chegam à ilha. Trabalho recente de Evangelista *et al.* (2007) com amostras de gelo demonstra que partículas de carbono produzidas pela queima de combustíveis e pela atividade urbana e industrial na América do Sul podem chegar até as áreas marítimas do Atlântico Sul.

CONCLUSÕES

Os grãos de pólen das angiospermas ocorrentes na Ilha King George apresentam dois tipos morfológicos; um pantoporado, com espículos, associado a *Colobanthus quitensis*, e o outro monoporado, psilado a levemente escabrado, referente a *Deschampsia antarctica* e *Poa annua*. Estes últimos compartilham características morfológicas com as formas de *Graminidites* sp. descritas para o Cenozóico das bacias austrais da América do Sul e para a própria Ilha King George.

A presença das duas primeiras formas, consideradas nativas da paisagem da Ilha King George, denuncia a colonização de ambientes desnudados a partir da chegada do frio, consequência do isolamento da Antártica em relação aos outros continentes. Já *P. annua*, uma forma exótica, pode ter chegado até a ilha por influência antrópica, pelo transporte das sementes entre a América do Sul e a Antártica por aves marinhas migratórias, ou ainda, pode ter vindo de diversas localidades, trazida pelos fortes ventos que caracterizam atualmente a região peri-antártica.

AGRADECIMENTOS

À Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Luterana do Brasil pelo auxílio financeiro para este Projeto e ao Laboratório de Microscopia Eletrônica da mesma instituição pelas imagens dos grãos de pólen. Ao MMA/CNPq e ao Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR), respectivamente, pela viabilização das exsiccatas para este trabalho e pelo apoio às coletas de campo.

REFERÊNCIAS

- BASCUÑÁN-GODOY, L.; URIBE, E.; ZÚÑIGA-FEEST, A.; CORCUERA, L.; BRAVO, L. 2006. Low temperature regulates sucrose-phosphate synthesis activity in *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl. by decreasing its sensitivity to Pi and increased activation by glucose-6-phosphate. *Polar Biology*, **29**(12):1011-1017.
- BINTANJA R. 1995. The local surface energy balance of the Ecology Glacier, King George Island, Antarctica: measurements and modelling. *Antarctic Science*, **7**:315-325.
- BIRKENMAJER, K. 1980. Tertiary volcanic-sedimentary succession at Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). *Studia Geologica Polonica*, **64**:7-65.
- BIRKENMAJER, K.; OCHYRA, R.; OLSSON, I. U.; STUCHLIK, L. 1985. Mid-Holocene radiocarbon-dated peat at Admiralty bay, King George Island (South Shetland Islands, West Antarctica). *Bulletin of Polish Academy of Sciences*, **33**(1-2):7-13.
- BIRKENMAJER, K.; OCIEPA, A.M. 2008. Plant-bearing Jurassic strata at Hope Bay, Antarctic Peninsula (West Antarctica): geology and fossil-plant description. *Studia Geologica Polonica*, **128**:5-96.
- BIRKENMAJER, K.; ZASTAWIAK, E. 1989. Late Cretaceous-Early Neogene vegetation history of the Antarctic Peninsula sector, Gondwana break-up and Tertiary glaciations. *Bulletin of Polish Academy: Earth Sciences*, **37**(1-2):63-88.
- BRAUN, M.; SAURER, H.; VOGT, S.; SIMÕES, J.C.; GOBMAN, H. 2001. The influence of large-scale atmospheric circulation on surface energy balance on the ice cap of King George Island. *International Journal of Climatology*, **21**:21-36.
- BRAVO-RAMIREZ, L. A.; CORCUERA PEREZ, L.J.; DINAMARCA, J.; PEREZ-TORRES, E. 2004. Responses of *Colobanthus quitensis* (Kunth) Baril. to high light and low temperature. *Polar Biology*, **27**:183-189.
- CANTRILL, D.J.; NICHOLS, G.J. 1996. Taxonomy and palaeoecology of Early Cretaceous (Late Albian) angiosperm leaves from Alexander Island, Antarctica. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **92**:1-28.
- CÉSARI, S. 2006. Aptian ferns with in situ spores from the South Shetland Islands, Antarctica. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **138**:227-238.
- CHWEDORZEWSKA, K.J. 2008. *Poa annua* L. in Antarctic: searching for the source of introduction. *Polar Biology*, **31**(3):263-268.
- CRONQUIST, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants with a new foreword by Armen Takhtajan*. New York, Columbia University Press, 1262 p.
- DIAS DA CUNHA, K.; EVANGELISTA, H.; DÁLIA, K.C.; SIMÕES, J.C.; BARROS LEITE, V.V. 2004. Application of ²⁵²Cf-PDMS to characterize airborne particles deposited in an Antarctic glacier. *Science of the Total Environment*, **323**(1-3):123-135.
- DUTRA, T.L. 2001. Paleofloras da ilha 25 de Mayo, Península Antártica: contribuição à paleogeografia, paleoclima e para a evolução de *Nothofagus*. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* **8**:29-37.
- DUTRA, T.L. 2004. Paleofloras da Antártica e sua relação com os eventos tectônicos e paleoclimáticos nas altas latitudes do sul. *Revista Brasileira de Geociências*, **34**:1-10.
- ERDTMAN, G. 1952. *Pollen morphology and plant taxonomy, Angiosperms*. Stockholm, Amlkvist & Wiksell, 539 p.
- ERDTMAN, G.; BERGLUND, B.; PRAGLOWSKI, J.R. 1961. An introduction to Scandinavian pollen flora. *Grana Palynology*, **2**(3):3-92.
- EVANGELISTA, H.; MALDONADO, J.; GODOI, R.; PEREIRA, E.; KOCH, D.; TANIZAKI-FONSECA, K.; GRIEKEN, R.; SAMPAIO, M.; SETZER, A.; ALENCAR, A.; GONÇALVES, S. 2007. Sources and transport of urban and biomass burning aerosol black carbon at the South-West Atlantic Coast. *Journal of Atmospheric Chemistry*, **56**(3):225-238.
- FAEGRI, K.; PILL, L. Van der. 1971. *The principles of pollination ecology*. Oxford, Pergamon Press, 291 p.
- FERRON, F.A.; SIMÕES, J.C.; AQUINO, F. E.; SETZER, A.W. 2004. Air temperature time series for King George Island, Antarctica. *Pesquisa Antártica Brasileira*, **4**:155-169.
- FRANCELINO, M. R. 2004. *Geoprocessamento aplicado ao monitoramento ambiental da antártica marítima: solos, geomorfologia e cobertura vegetal da península Keller*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Tese de Doutorado, 100 p.
- GERMAIN, P.; VOLPONI, C.R. 2003. Estudio palinológico de *Colobanthus* (Caryophyllaceae) en Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, **5**(2):139-143.
- GIELWANOWSKA, I.; SZCZUKA, E.; BEDNARA, J. e GÓRECKI, R. 2005. Anatomical features and ultrastructure of *Deschampsia antarctica* (Poaceae). Leaves from Different Growing Habitats. *Annals of Botany*, **96**(6):1109-1119.
- HOLDEREGGER, R.; STEHLIK, I.; LEWIS SMITH, R.I.; ABBOTT, R.J. 2003. Populations of Antarctic Hairgrass (*Deschampsia antarctica*) show low genetic diversity. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, **35**(2):214-217.
- HOOKE, J.D.; JACKSON, B.D. 1895. *Index Kewensis: an enumeration of the genera and species of flowering plants*. Oxford, Clarendon Press, Vol. I-II and suppl.
- INOUE, M. 1991. Ecological notes on the differences in flora and habitat of lichens between the Syowa station area in continental Antarctic and King George Island in maritime Antarctic. *Proceedings of the NIPR Symposium on Polar Biology*, **4**:91-106.
- LI, H.; LI, X., 1991. A study on the microclimate in a mossy area of King George Island, Antarctic. *Proceedings of the NIPR Symposium on Polar Biology*, **4**:127-134.
- LONGHI-WAGNER, H.M. 2001. Poaceae. In: H.M. LONGHI-WAGNER; M.G.L. WANDERLEY; G.J. SHEPHERD (eds.), *Flora fanerogâmica do estado de São Paulo*. São Paulo, Hucitec, v. 1, 294 p.
- MACPHAIL, M.; CANTRILL, D.J. 2006. Age and implications of the Forest Bed, Falkland Islands, southwest Atlantic Ocean: Evidence from fossil pollen and spores. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **240**:602-629.
- MCKNIGHT, T.L.; HESS, D. 2000. *Climate Zones and Types: The Köppen System*, *Physical Geography: A Landscape Appreciation*. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall, 200 p.
- MILLONIG, G. 1961. Advantages of a phosphate buffer of OsO₄ solutions in fixation. *Journal of Application Physics*, **32**(8):1837.
- MISHRA, V.K.; KIM, K.-H.; HONG, S.; LEE, K. 2004. Aerosol composition and its sources at the King Sejong Station, Antarctic Peninsula. *Atmospheric Environment*, **38**(24):4069-4084.
- MOGLIA, M.M. 2006. Fitosociología Urbana I: La comunidad de *Poa annua* L. y *Coronopus didymus* (L.) SM. del centro de Argentina. *Acta Botanica Malacitana*, **31**:131-140.
- MOLL, A.; BRAUN, M.; LUBERAS, A. 2005. Determination of glacier velocities on King George Island (Antarctic Peninsula) by DIFSAR. In: FRINGE ATSR WORKSHOP, Frascati, Italy. *Proceedings*, European Space Agency, p.469.
- NICORA, E.G.; AGRASAR, Z.E.R. 1987. *Los géneros de gramíneas de América Austral*. Buenos Aires, Hemisfério Sur, 611 p.
- OLECH, M. 1996. Human impact on terrestrial ecosystems in West Antarctica. *Proceedings of the NIPR Symposium on Polar Biology*, **9**:299-306.
- ØVSTEDAL, D.O.; LEWIS, R.I. 2001. *Lichens of Antarctica and South Georgia: A Guide to their Identification and Eco-*

- logy. Studies in Polar Research, Cambridge University Press, 408 p.
- PARNIKOZA, I.Y.; MAIDANUK, D.N.; KOZERETSKA, I.A. 2007. Are *Deschampsia antarctica* Desv. and *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl. migratory relicts? *Cytology and Genetics*, **41**(4):226-229.
- POOLE, I.; MENNEGA, A.M.W.; CANTRILL, D.J. 2003. Valdivian ecosystems in the Late Cretaceous and Early Tertiary of Antarctica: further evidence from myrtaceous and eucryphiaceous fossil wood. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **124**:9-27.
- RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. 1993. *The maritime Antarctic coastal ecosystem of Admiralty Bay*. Varsow, Polish Academic of Sciences, 215 p.
- ROIG, C. 2004. Antecedentes sobre turberas en Tierra del Fuego. In: D. BLANCO; V.M. DE LA BALZE (eds.), *Los Turbales de la Patagonia: Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad*. Buenos Aires, Wetlands Internacional, **19**:33-44.
- ROWLEY, J.R. 1962. Nonhomogeneous sporopollenin in microsporas of *Poa annua* L. *Grana palynology*, **3**:3-19.
- ROWLEY, J.R. 1963. Ubish body development in *Poa annua*. *Grana palynology*, **4**:25-36.
- ROWLEY, J.R. 1964. Formation of the pore in pollen of *Poa annua*. In: H.F. LINSKENS (ed.), *Pollen physiology and fertilization*, Amsterdam, North Holland Publishing Co., p. 56-71.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1973. *Contribuição à palinologia dos Cerrados*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 291 p.
- SETZER, A.W.; HUNGRIA, C.S. 1994. *Me-teorologia na Península Antártica – alguns aspectos práticos*. São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 101 p.
- STUCHLIK. 1981. Tertiary pollen spectra from the Ezcurra Inlet Group of Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, Antarctica). *Studia Geologica Polonica*, **72**:109-132.
- TRIVI DE MANDRI, M.E.; BURRY, L.S.; D'ANTONI, H.L. 2006. Dispersión-depositación del polen actual en Tierra del Fuego, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **77**:89-96.
- TRUSWELL, E.M. 1990. Cretaceous and Tertiary Vegetation of Antarctica. A palynological perspective. In: T.N. TAYLOR; E.L. TAYLOR (eds.), *Antarctic paleobiology, its role in the reconstruction of Gondwana*, Springer-Verlag, p. 71-88.
- ZARZYCKI, K. 1993. Vascular plants and terrestrial biotopes. In: S. RAKUSA-SUSZCZEWSKI (ed.), *The maritime Antarctic Coastal ecosystem of Admiralty Bay*, Polish Academy of Sciences, p. 181-187.

Submetido em: 05/12/2007

Aceito em: 05/06/2008