

NOVA METODOLOGIA PARA AMOSTRAGEM DE MATERIAL PARTICULADO E BIOAEROSSÓIS NO AMBIENTE ANTÁRTICO

New methodology for the sampling of particulate material and bioaerosols in the Antarctic environment

Luiz Antonio da Costa Rodrigues¹ , Marcelo Leal Gregório² 

Resumo: A participação da Marinha do Brasil na pesquisa antártica permite o apoio logístico e operacional necessário ao desenvolvimento da atividade científica na região. O presente trabalho apresenta a primeira contribuição científica do Instituto de Pesquisas Biomédicas do Hospital Naval Marcílio Dias para pesquisa na área de transporte atmosférico de material particulado e microrganismos. Utilizando um protótipo de amostrador atmosférico, foram realizadas coletas atmosféricas na Ilha Rei George, Antártica, que permitiram o resgate de grãos de pólen originados na América do Sul. As evidências foram sustentadas por modelos atmosféricos gerados na Plataforma *Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory* (HYSPLIT), corroborando a eficácia do equipamento em desenvolvimento e a viabilidade do uso de grãos de pólen na detecção da dinâmica de massas de ar.

Palavras-chave: Pesquisa Antártica. Material particulado. Amostrador atmosférico.

Abstract: The participation of the Brazilian Navy in the Antarctic research allows for the logistical and operational support necessary for the development of scientific activity in the Region. This work presents the first scientific contribution of the Institute of Biomedical Research of the Marcílio Dias Naval Hospital for research in the area of atmospheric transport of particulate material and microorganisms. Using a prototype of an atmospheric sampler, atmospheric collections were carried out on King George Island, Antarctica, which allowed the rescue of pollen grains native to South America. The evidence was supported by models generated by the Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Platform (HYSPLIT), corroborating the effectiveness of the equipment under development and the feasibility of using pollen grains to detect the dynamics of air masses.

Keywords: Antarctic research. Particulate material. Atmospheric sampler.

1. 2º Sargento-enfermeiro, auxiliar do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Naval Marcílio Dias, Mestre em Ciências Biológicas pelo Museu Nacional (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ - Brasil. E-mail: rodriguespalino@gmail.com

2. Médico. Encarregado do Instituto de Pesquisas Biomédicas do Hospital Naval Marcílio Dias, Rio de Janeiro, RJ - Brasil. E-mail: leal.gregorio@marinha.mil.br

1. INTRODUÇÃO

A história da Marinha do Brasil revela intensa dedicação aos valores nacionais e ao desenvolvimento científico e tecnológico. A expressão de criatividade, inovação e competência dos audazes marinheiros marca as fainas desenvolvidas e o cumprimento das missões recebidas. Nesse contexto, a criação do Programa Antártico brasileiro no ano de 1982 incumbiu à Marinha do Brasil a missão de contribuir para a pesquisa científica de alta qualidade desenvolvida na Antártica. O Continente Antártico representa uma das regiões mais preservadas do planeta. Com área de 13,9 milhões de km² e manto de gelo com espessura média de 2,1 km, podendo alcançar até 4,8 km (FOX et al., 1994), encontra-se localizado na porção austral do globo terrestre. Circundado por uma zona de tempestades ciclônicas, geograficamente isolado dos demais continentes e distante dos grandes centros industriais, a Antártica apresenta menores índices de poluição quando comparada ao manto de gelo Groenlandês (BOUSTRON, 2004).

Vasta bibliografia científica versa sobre o aumento da temperatura média local nas últimas cinco décadas (GOLDEMBERG, 2011). A relativa proximidade do Continente Antártico com a América do Sul expõe o continente austral às ações antrópicas. Nesse aspecto, a conexão atmosférica e o possível transporte sinótico de massas de ar entre a América do Sul e a Antártica podem permitir o transporte e a deposição de particulados em diferentes matrizes na região do Continente Antártico (GOLDEMBERG, 2011). Alguns autores relatam o registro de grãos de pólen na Antártica, oriundos de diferentes regiões do planeta, provenientes de espécies nativas do Chile, Argentina e Nova Zelândia (KAPPEN; STRAKA, 1988). Além das questões ambientais, associadas ao transporte de material particulado, o carreamento de substâncias que ofereçam risco biológico deve figurar no contexto das pesquisas estratégicas nas regiões polares e para os mares.

2. OBJETIVOS

Verificar a viabilidade do uso de protótipo de amostrador atmosférico na coleta de um biotraçador consistente que

permita a análise de transporte atmosférico entre a América do Sul e a Antártica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

A Ilha Rei George pertence ao arquipélago das Shetlands do Sul, possui área de 520.000 km² e encontra-se a aproximadamente 1.000 km de distância do extremo sul da América do Sul. Formada por uma extensão geológica do soerguimento da Península Antártica, está separada desta por 20 km de extensão do canal Antártica (Figura 1).

A topografia das áreas cobertas por gelo apresenta geleiras isoladas, massas de gelo morto e terminação das frentes de gelo em falésia (BREMER, 1998). As regiões livres de gelo apresentam cobertura de neve por um período de aproximadamente nove meses ao longo do ano (VOGT; BRAUN, 2004). A ilha possui área de 1.492 km², extensão longitudinal de 77 km e latitudinal de 19 a 23 km, e sua altitude máxima é de 810 m. É traspassada por uma faixa montanhosa que se estende até a latitude 63°S, com largura média de 70 km, além de um platô interno com elevação de 1.500 m. A topografia da ilha participa na caracterização do clima na região e de ilhas vizinhas, atuando no direcionamento de correntes de vento e na retenção de massas de ar (KING; TURNER, 1997).

3.2. AMOSTRAGEM ATMOSFÉRICA

A amostragem foi realizada utilizando-se protótipo de amostrador atmosférico desenvolvido no Instituto de Pesquisas Biomédicas do Hospital Naval Marcílio Dias. O equipamento consiste em um cilindro plástico composto de reservatório primário, com peneira para regulação das partículas capturadas, e reservatório secundário para captura e deposição do particulado. Duas aberturas estão localizadas na porção superior do amostrador; a primeira permite a captação de amostras de ar e a segunda consiste na extração de ar por pressão negativa.

O pedido de proteção intelectual do desenvolvimento e do amostrador propriamente dito foi enviado à Diretoria Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha por meio do Ofício nº 985, de 30 de maio de 2019. O referido equipamento foi previamente testado

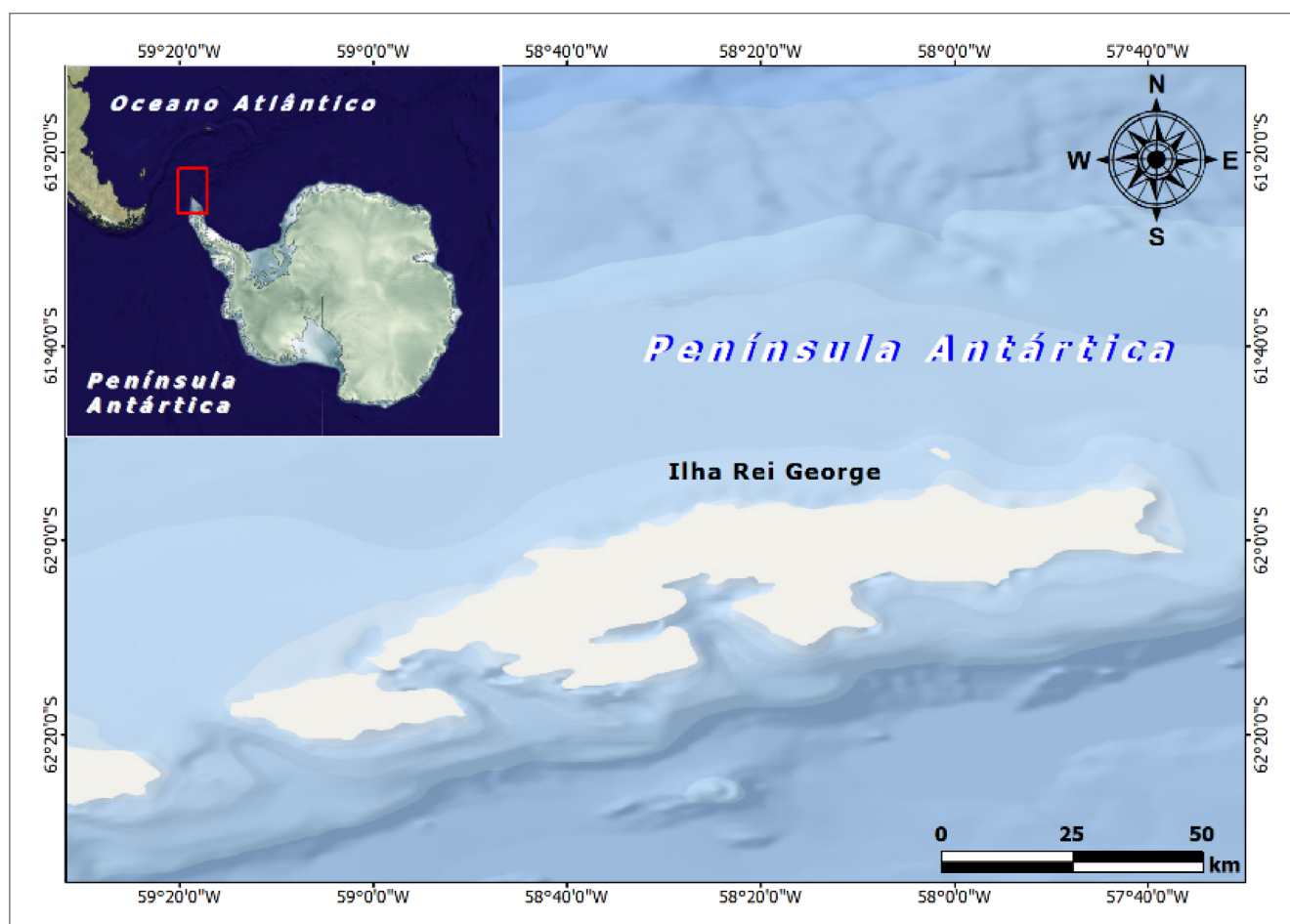


Figura 1. Localização da Ilha Rei George no Continente Antártico.

em ambientes internos e externos, tendo sido eficiente na coleta de amostras para análises moleculares capazes de detectar partículas virais de Sars-CoV-2, além de grãos de pólen e esporo.

A coleta foi realizada pelos pesquisadores Paulo Câmara, da Universidade de Brasília, e Luiz Rosa, da Universidade Federal de Minas Gerais, ao longo da XXXVIII Operação Antártica. O equipamento de amostragem foi instalado no abrigo Punta Plaza, Ilha Rei George, para coleta contínua entre os dias 13 de dezembro do ano de 2019 e 19 de fevereiro do ano de 2020, em vazão de 28 L/min. Após o período de amostragem, as amostras foram transportadas para o Brasil, acondicionadas em refrigerador, a bordo do navio Almirante Maximiano. Ao desembarcar no País, foram transportadas

para o Instituto de Pesquisas Biomédicas do Hospital Naval Marcílio Dias. As amostras foram processadas seguindo a metodologia proposta por Rodrigues et al. (2018). Após o processamento das amostras, foram estudadas cinco lâminas palinológicas e a identificação dos palinomorfos seguiu a metodologia proposta por Barth e Melhem (1995).

3.3. MODELAGEM ATMOSFÉRICA

Para a modelagem de massas de ar transportadas por longas distâncias, foram utilizados modelos gerados pela plataforma *Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory* (HYSPLIT), uma ferramenta da *National Oceanic and Atmospheric Agency* (NOAA), que, pela conjugação de gradientes de altitude e posicionamento global, elabora

modelos com relativa precisão. Os modelos foram gerados utilizando a seguinte configuração: banco de dados Reanalysis, “Backward trajectories”, latitude-longitude $-62^{\circ}32'S$, $-29^{\circ}65'W$, altitude 300 m, máximo de 10 horas de modelagem e 24 trajetórias.

4. RESULTADOS

A execução do experimento representa o maior período de amostragem relatado para amostras polínicas na pesquisa antártica brasileira, bem como compõe a primeira participação o Instituto de Pesquisas Biomédicas do Hospital Naval Marcílio Dias na pesquisa antártica.

Foi amostrado o volume total de 2.419.200 L de ar ao longo do verão austral de 2019–2020. A análise polínica permitiu a identificação de grãos de pólen de oito táxons distintos. Entre os grãos de pólen identificados, foi possível registrar os de espécies das famílias Betulaceae e Cyperaceae. Os táxons

identificados apresentam ampla distribuição e ocorrem na América do Sul (Figura 2).

A análise das trajetórias para o período de coleta atmosférica revelou uma tendência de deslocamento de massas de ar que tem como termo fonte a América do Sul (Figura 3).

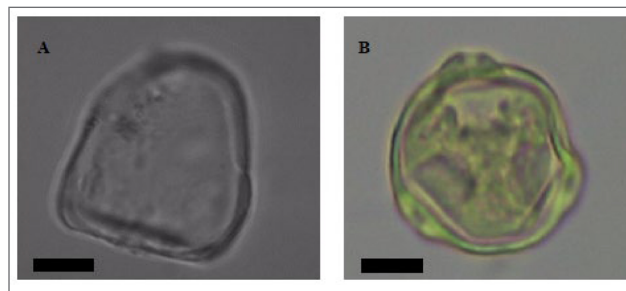


Figura 2. Fotomicrografia de grãos de pólen. (A) *Cyperaceae* sp. — grão de pólen em mônade, heteropolar, médio (25 m), 4-aperturado, superfície rugulada; (B) *Corylus* sp. (*Betulaceae*) — grão de pólen em mônade, isopolar, médio (37,5 m), 3-porado, superfície escabrada.

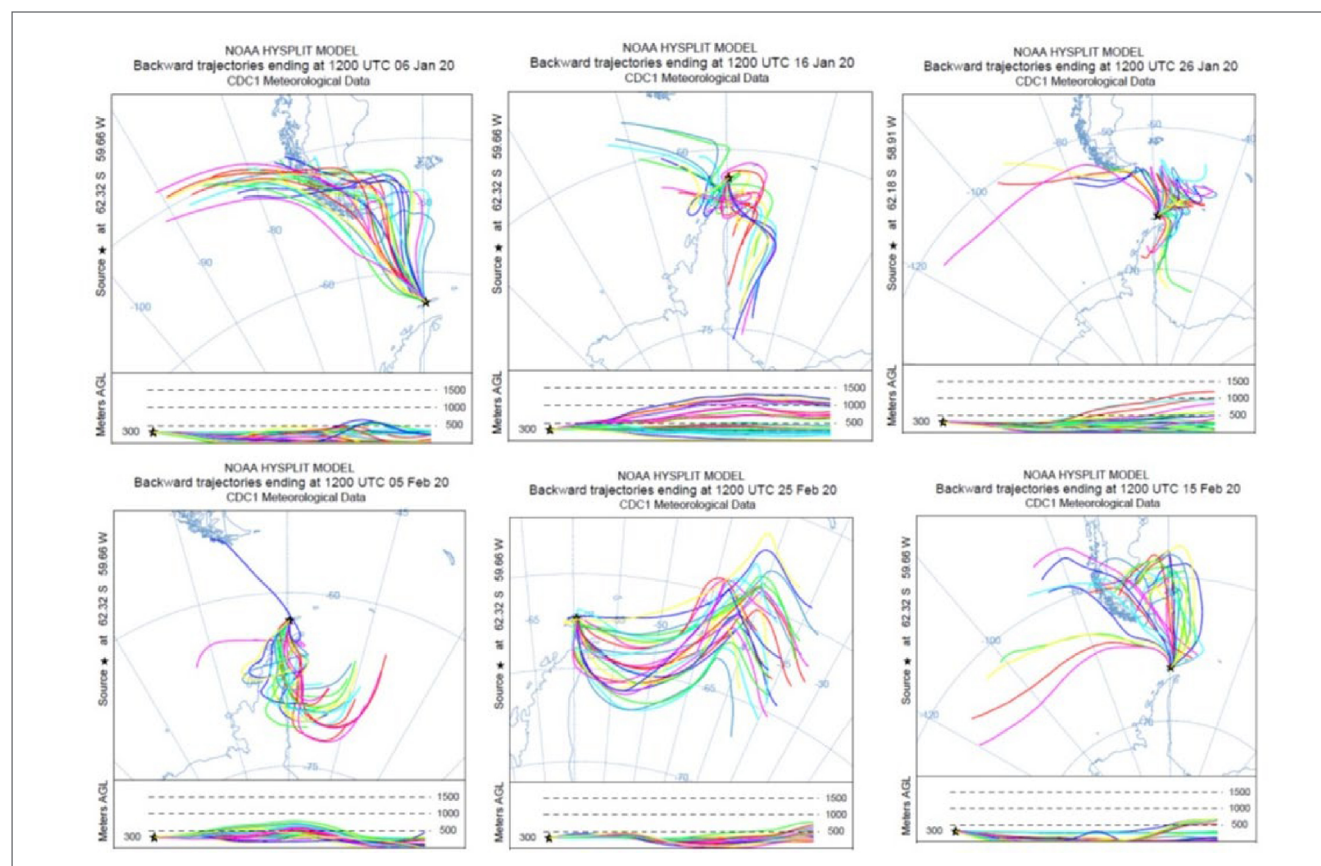


Figura 3. Modelos atmosféricos para o período de coleta.

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram concluir que os grãos de pólen identificados foram transportados por via aérea ao longo de distâncias superiores a 3.000 km. A aplicação do grão de pólen como biotraçador possui potencial para a identificação do termo fonte de massas de ar e tal precisão é ancorada na morfologia polínica. O estudo da morfologia da exina, sua ornamentação e comportamento diante dos diversos estados físicos de elementos atmosféricos (vapor, gelo e neve) demonstra potencial para estudos futuros. Os dados de sensoriamento remoto e de campo em ciências atmosféricas

são de extrema importância e utilizam plataforma e acordos de cooperação internacionais.

Diante de tal realidade, o uso do grão de pólen pode otimizar a elaboração de propostas e projetos na área. Esse grão é um biotraçador eficiente por permitir a identificação de seu termo fonte em escala regional. O protótipo do amostrador atmosférico em desenvolvimento demonstrou eficácia no ambiente antártico, podendo ser útil ao desenvolvimento de pesquisas atmosféricas. Complementarmente, o amostrador poderá ser aplicado ao processo de análises da qualidade do ar interno da Estação Antártica Comandante Ferraz.

REFERÊNCIAS

BARTH, O.M.; MELHEM, T.S. *Glossário ilustrado de palinologia*. Campinas: Editora Unicamp, 1995.

BOUFRON, C.F. Historical reconstruction of the earth's past atmospheric environment from Greenland and Antarctic snow and ice cores. *Environmental Reviews*, v. 3, n. 1, 2004. <https://doi.org/10.1139/a95-001>

BREMER, U.F. *Morfologia e bacias de drenagem da cobertura de gelo da Ilha Rei George, Antártica*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

FOX, A.; PAUL, A.; COOPER, R. Measured properties of the Antarctic ice sheet derived from the SCAR Antarctic digital database. *Polar Record*, v. 30, n. 174, p. 201-206, 1994. <https://doi.org/10.1017/S0032247400024268>

GOLDEMBERG, J. (org.). *Antártica e as mudanças globais: um desafio para a humanidade*. São Paulo: Blucher, 2011. (Série Sustentabilidade, v. 9).

KAPPEN, L.; STRAKA, H. Pollen and spores transport into the Antarctic. *Polar Biology*, v. 8, p. 173-178, 1988. <https://doi.org/10.1007/BF00443450>

KING, J.C.; TURNER, J. *Antarctic meteorology and climatology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

RODRIGUES, L.A.C. et al. A methodological proposal for the recovery of palynomorphs from snow and ice samples. *Acta Botanica Brasílica*, v. 32, n. 4, p. 667-669, 2018. <https://doi.org/10.1590/0102-33062018abb0002>

VOGT, S.; BRAUN, M. Influence of glaciers and snow cover on terrestrial and marine ecosystems as revealed by remotely-sensed data. *Pesquisa Antártica Brasileira*, v. 4, p. 105-118, 2004.