

**PRIMERAS MEDICIONES GLACIOQUÍMICAS EN LA ISLA JOINVILLE,  
PENÍNSULA ANTÁRTICA**  
**(First glaciochemistry measurement at Joinville Island, Antarctic Peninsula)**

Alencar, A.S.<sup>1</sup>, Evangelista, H.<sup>2</sup>, Simões, J.C.<sup>3</sup>, DeAngelis,  
M.<sup>4</sup>, Vimeux, F.<sup>5</sup>, Wainer, I.<sup>1</sup>, Reis, L.F.M.<sup>3</sup>, Felzenszwalb, I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Oceanografia Física, Clima e Criosfera -  
Universidade de São Paulo

<sup>2</sup> Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais -  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

<sup>3</sup> Núcleo de Pesquisas Antárticas e Climáticas- Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul

<sup>4</sup> Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de  
l'Environnement - Université Joseph Fourier

<sup>5</sup> Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement -  
Centre National de la Recherche Scientifique.

## INTRODUÇÃO

A Península Antártica é a região do Continente Antártico que apresentou o maior aumento de temperatura do ar médio nos últimos 50 anos (IPCC, 2007). O aquecimento climático desta região, que causa uma série de alterações nos sistemas físicos e biológicos locais tem sido relatado por diversos autores (ex. Ferron *et al.*, 2004, Cook *et al.*, 2005). A análise da composição química e isotópica em amostras de neve e gelo recente podem prover importantes informações a respeito das condições climáticas e do padrão de transporte atmosférico de uma determinada região. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi investigar o registro atmosférico depositado na Ilha Joinville localizada na Península Antártica (Fig. 1A). Foram interpretadas as informações químicas e isotópicas de um testemunho raso de neve/firn estabelecido nesta ilha. Com cerca de 1.480 km<sup>2</sup> de área a Ilha Joinville faz parte de um arquipélago composto por mais duas ilhas (Fig. 1B). Apesar de sua proximidade com outras ilhas relativamente bem estudadas do ponto de vista glaciológico, como a Ilha James Ross (ex. Aristarain and Delmas, 2002; Aristarain *et al.*, 2004) e a Ilha Rei George (ex. Wen *et al.* 1998, Simões *et al.*, 2004c), são escassos os trabalhos de cunho glaciológico nesta ilha. Dados provenientes de uma AWS instalada na Ilha Joinville mostram que esta ilha apresenta uma temperatura média anual de -6°C. Beck *et al.* (2004) analisaram a morfologia e a dinâmica glacial da ilha através de imagens LANDSAT, entre 1990 e 2000, identificando 39 bacias de drenagem glacial e foi observado que diversas áreas sofreram significativa retração, durante o período analisado.

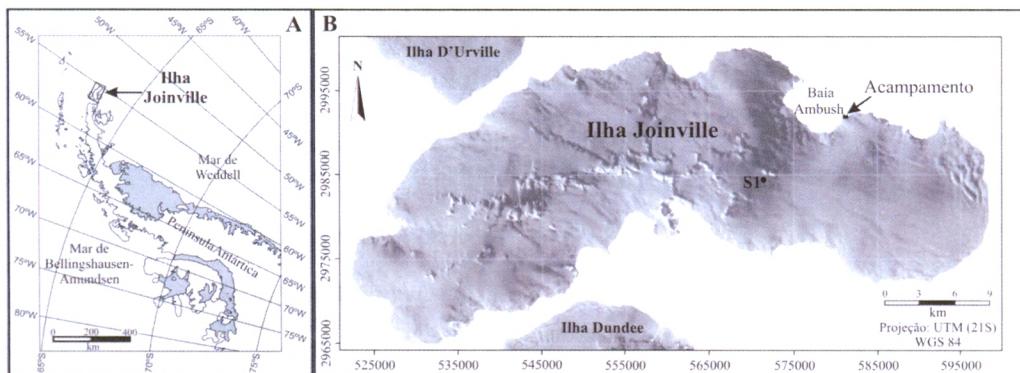


Fig. 1 - A: Mapa mostrando a localização geográfica da Península Antártica; B: Imagem de satélite da Ilha Joinville e localização do testemunho de neve/firn (S1). Adaptado de Beck *et al.* (2004).

## METODOLOGIA

Um testemunho raso de neve/firn, S1 (8m) foi coletado à 565m de altitude, durante o verão austral de 2006, na calota de gelo da Ilha Joinville. Foi estabelecida uma trincheira de 2m de profundidade e dentro desta trincheira foi utilizado um testemunhador eletromecânico SIPRE. Após a análise estratigráfica, as secções de 1m foram cortadas em pedaços de 10cm, e estes medidos e pesados. Estes tiveram sua camada externa removida utilizando uma serra de aço cirúrgico descontaminada em laboratório e finalmente as amostras foram acondicionadas em potes de polietileno. A temperatura no final do testemunho foi medida com um termômetro de mercúrio (precisão de  $\pm 0.1$  °C). As amostras foram transportadas em estado sólido e derretidas em sala limpa. A análise de cromatografia iônica foi realizada pelos sistemas Dionex DX300 (cátions) e DX600 (ânios) com erro  $\pm 10\%$ . Para análise isotópica de  $\delta^{18}\text{O}$  foi utilizado um espectrômetro de massa Finnigan MAT 252 com precisão de 0.05 ‰. O banco de dados meteorológico da ilha (1997- 2003) foi obtido a partir de medições realizadas pela AWS WMO-ID 89253, instalada na baía Ambush ( $63^{\circ}18'\text{S}$ - $54^{\circ}40'\text{W}$ ), a 75 m de altitude.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estratigráfica do testemunho S1 mostrou várias camadas de gelo de diferentes espessuras sendo a maior parte destas identificadas em 7 zonas distribuídas descontinuamente no testemunho (Fig. 2). A presença destas zonas de grande concentração de camadas de gelo está, quase sempre, associada às variações bruscas na densidade do testemunho. Durante a análise estratigráfica foi identificada uma camada de *depth hoar* (DH), localizada a 155 cm de profundidade (70 cm em eq. H<sub>2</sub>O).

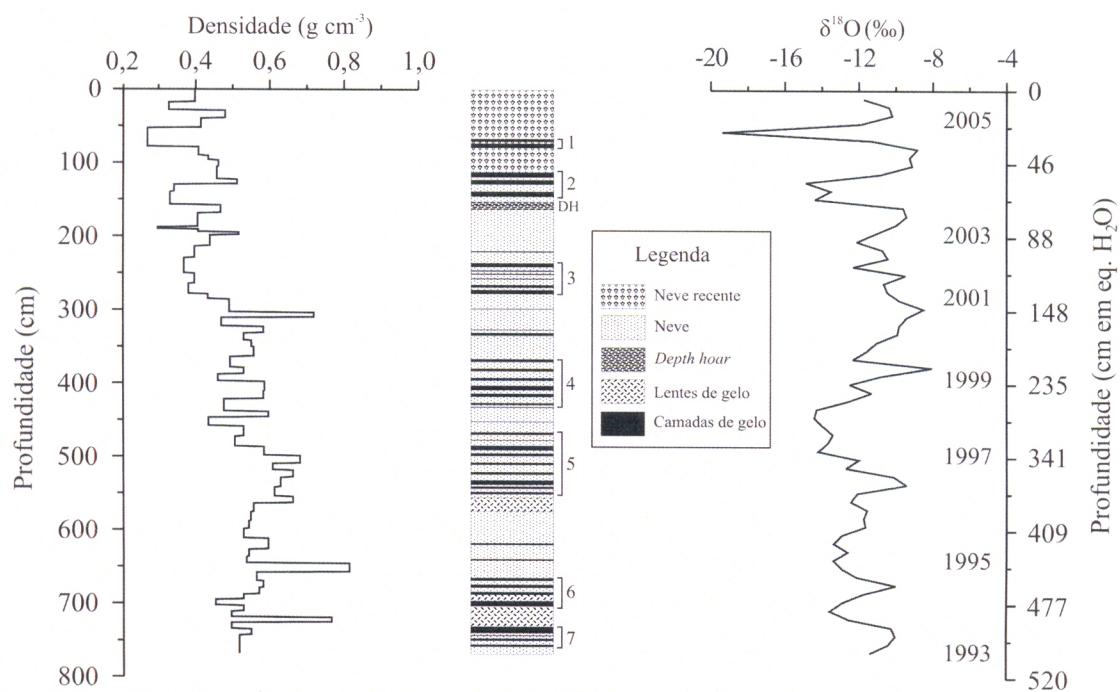


Fig. 2 - Densidade ( $\text{g cm}^{-3}$ ), estratigrafia e variação do  $\delta^{18}\text{O}$  no testemunho S1 da Ilha Joinville. Zonas com concentrações de camadas de gelo são indicadas pelos números 1-7 ao lado do perfil estratigráfico. A datação estimada é apresentada ao lado da variação de  $\delta^{18}\text{O}$ .

As diversas concentrações de camadas de gelo verificadas no testemunho S1 (Fig. 2) estão associadas à processos de intenso derretimento causados por altas temperaturas observadas na Ilha Joinville durante o período proposto pela datação. Apesar de ter sido encontrado um valor de densidade de  $0,82 \text{ g cm}^{-3}$  (650 cm), sendo este muito próximo ao valor de densidade no qual ocorre a transição *firn-gelo* ( $0,83 \text{ g cm}^{-3}$ ), este evento não se trata de uma transição *firn-gelo* propriamente dita, pois não foram verificados valores de densidade superiores, ou mesmo, iguais ao encontrado abaixo dos 650 cm de profundidade. A temperatura média medida no fundo do testemunho S1 foi de  $-3,3^\circ\text{C}$ , este valor foi superior aos  $-12,9^\circ\text{C}$  apresentados por Aristarain (2002) para os 10m de profundidade de um testemunho da Ilha James Ross, entretanto, foi inferior aos  $-0,2^\circ\text{C}$  (Wen *et al.*, 1998) e  $-0,3^\circ\text{C}$  (Simões *et al.*, 2004c) medidos respectivamente à 15 m e 11 m de profundidade na Ilha Rei George. A taxa de acumulação calculada para o testemunho S1, a partir da análise combinada da datação e da estratigrafia foi de  $0,4 \text{ m a}^{-1}$  em eq.  $\text{H}_2\text{O}$ . Analisando um testemunho de gelo coletado na geleira Collins à 702m de altitude, Wen *et al.* (1998) mostraram uma taxa de acumulação de  $2,48 \text{ m a}^{-1}$  eq.  $\text{H}_2\text{O}$  para esta ilha, enquanto, Simões *et al.* (2004) analisando um testemunho coletado a 690m de altitude na geleira Lange na mesma ilha apresentaram um valor de  $0,59 \text{ m a}^{-1}$  eq.  $\text{H}_2\text{O}$ . Aristarain *et al.* (2004), a partir de dados de um testemunho coletado a 1640 m de altitude, mostraram um valor de  $40 \text{ g cm}^{-2} \text{ ano}^{-1}$  para a taxa de acumulação na IJR. As taxas de acumulação verificadas nestas três ilhas refletem as diferentes condições climáticas de cada localidade. Após análise cromatográfica das 66 amostras provenientes do testemunho S1 da Ilha Joinville, a concentração média para cada íon analisado foi:  $\text{Na}^+$ :  $73,9 \pm 49,4$ ;  $\text{NH}_4^+$ :  $1,6 \pm 1,9$ ;  $\text{Ca}^{2+}$ :  $5,8 \pm 2,8$ ;  $\text{Mg}^{2+}$ :  $6,5 \pm 5,3$ ;  $\text{K}^+$ :  $2,7 \pm 2,1$ ;  $\text{Cl}^-$ :  $127,4 \pm 93,5$ ; MSA:  $0,7 \pm 0,6$ ;  $\text{SO}_4^{2-}$ :  $18,1 \pm 13,5$ ;  $\text{NO}_3^-$ :  $3,1 \pm 2,2$ ;  $\text{F}^-$ :  $0,1 \pm 0,1$ . A variação deste íons em profundidade é apresentada na Fig. 3.

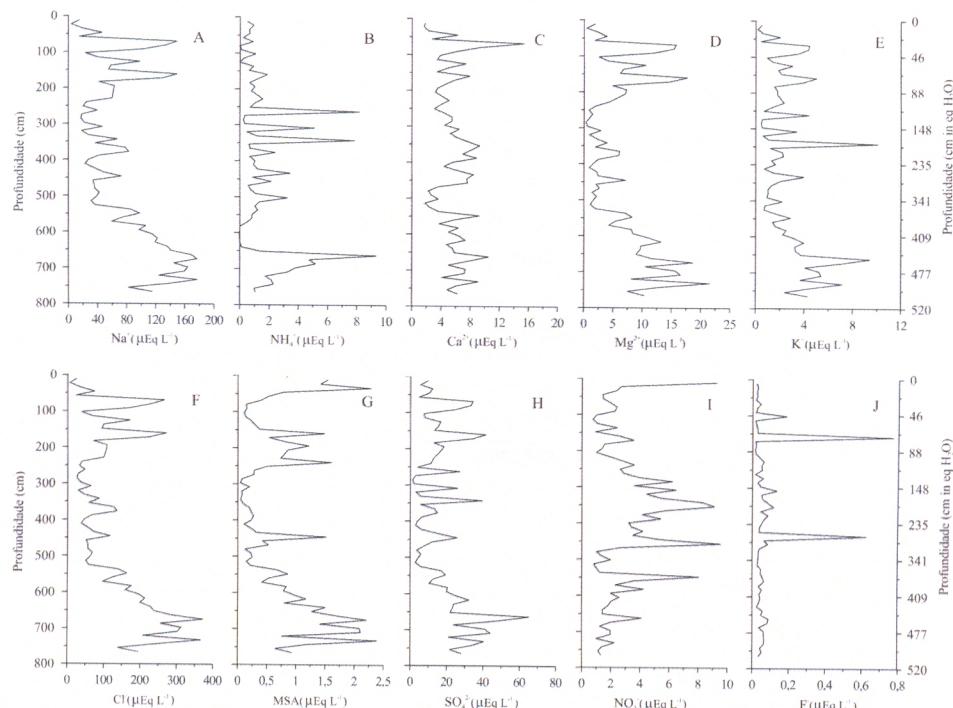


Fig. 3 - Concentração dos íons analisados ( $\mu\text{Eq L}^{-1}$ ) do testemunho da Ilha Joinville, sendo: A ( $\text{Na}^+$ ), B ( $\text{NH}_4^+$ ), C ( $\text{Ca}^{2+}$ ), D ( $\text{Mg}^{2+}$ ), E ( $\text{K}^+$ ), F ( $\text{Cl}^-$ ), G (MSA, ácido metanossulfônico), H ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), I ( $\text{NO}_3^-$ ) e J ( $\text{F}^-$ ).  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  apresentaram os maiores valores médios de concentração, representando 88% dos íons medidos na Ilha Joinville. O sal marinho contribui com cerca de 85% das impurezas encontradas em regiões Antárticas costeiras (Legrand & Mayewski, 1997). Aristarain & Delmas (2002), estudando a composição química de um testemunho coletado a 1640 m de altitude na Ilha James Ross, mostrou também que os íons  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$  são os principais representantes da composição iônica nesta ilha. A análise dos dados de  $\delta^{18}\text{O}$  mostrou um valor médio de  $-11,53 \pm 1,96\text{‰}$ , com mínimo de  $-19,4\text{‰}$  e máximo de  $-7,3\text{‰}$ . O valor médio de  $\delta^{18}\text{O}$  encontrado na Ilha Joinville encontra-se bem próximo aos valores reportados por outros autores para a região da Península Antártica. Yan (1997) apresentou o valor de  $-10,78\text{‰}$  para os primeiros 8 metros de um testemunho de 35 m coletado em Collins Ice Cap a 702 m de altitude na Ilha Rei George, enquanto na mesma ilha, Simões *et al.* (2004c), estudando um testemunho de 49,9 m coletado na geleira Lange, encontraram para os primeiros 2,7 m, um valor médio de  $-9,7\text{‰}$ . Para a datação do testemunho da Ilha Joinville foram analisadas as variações sazonais do  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  e esta correspondeu a um período de 13 anos (1993 a 2005), com um erro médio associado de 1 ano.

## CONCLUSIONS

As impurezas encontradas no testemunho da Ilha Joinville são constituídas principalmente de elementos do sal marinho, e em menores concentrações de origem terrígena e alguns provenientes de atividade biogênica. As camadas de gelo observadas indicam que o mesmo sofreu derretimento e recongelamento, sendo estes responsáveis pela perda do registro atmosférico inicial neste testemunho. Estes resultados apresentados neste trabalho, podem contribuir para o debate científico relativo ao aquecimento climático regional.

## AGRADECIMENTOS

PROANTAR, CNPq (Proj. 55.0353/02-0), CAPES (Proj. BEX1205/06-4), FAPESP.

## REFERENCES

- Aristarain, A.J., Delmas, R.J. & Stievenard, M. 2004. Ice-core study of the link between sea-salt aerosol, sea-ice cover and climate in the Antarctic Peninsula area. *Climatic Change*, 67(1): 63-86.
- Aristarain, A.J. & Delmas, R.J. 2002. Snow chemistry measurements on James Ross Island (Antarctic Peninsula) showing sea-salt aerosol modifications. *Atmospheric Environment*, 36: 765-772.
- Beck, C.D., Ahlert, S. & Simões, J.C. 2004. Sensoriamento remoto da Ilha Joinville. *Actas del Vº Simposio Argentino y Iº Latino Americano sobre Investigaciones Antárticas*.
- Cook, A.J.; Fox, A.J.; Vaughan, D.G. & Ferrigno, J.G. 2005. Retreating Glacier Fronts on the Antarctic Peninsula over the Past Half-Century. *Science*, 308: 541-544.
- Ferron, F.A. 2004. Isotopie du Soufre ( $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ) dans l'aérosol d'Australie et les neiges et glaces des Andes et d'Antarctique - Contribution à la compréhension du cycle du soufre dans l'hémisphère sud. Thèse de l'Université Joseph-Fourier, Grenoble I, France: 357 p.
- IPCC WGII, 2007. Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for policymakers - Brussels - April: 23p.
- Legrand, M. & Mayewski, P. 1997. Glaciochemistry of polar ice cores: a review. *Reviews of Geophysics*, 35: 219-243.
- Simões, J.C., Ferron, F.A., Bernardo, R.T., Aristarain, A.J., Stiévenard, M., Pourchet, M. & Delmas, R.J. 2004c. Ice core study from the King George Island, South Shetlands, Antarctica. *Pesquisa Antártica Brasileira*, 4: 9-23.
- Yan, M. 1997. A preliminary study on oxygen isotope of ice cores of Collins Ice Cap, King George Island, Antarctica. *Chinese Journal of Polar Science*, 8 (1): 65-71.
- Wen, J., Kang, J., Han, J., Xie, Z., Liu, L. & Wang, D. 1998. Glaciological studies on King George Island ice cap, South Shetland Island, Antarctica. *Annals of Glaciology*, 27: 105-109.

# Antártica y Sudamérica

## Ciencia en el Año Polar Internacional

Libro de resúmenes del IV Simposio Latinoamericano sobre Investigaciones Antárticas y VII Reunión Chilena de Investigación Antártica  
Valparaíso, Chile

3 al 15 de septiembre de 2008

### Editores:

*Marcelo Leppe, Carla Gimpel, Luis Felipe Leiva  
y el equipo editorial SimpoAntar 2008*

<i>Anelio Aguayo</i>	<i>Stefan Kraus</i>
<i>Jorge Acevedo</i>	<i>Jeniffer Muñoz</i>
<i>Paola Acuña</i>	<i>Carlos Olavarria</i>
<i>Elías Barticevic</i>	<i>Cristián Rodrigo</i>
<i>Reiner Canales</i>	<i>Wendy Rubio</i>
<i>Marcelo González</i>	<i>Verónica Vallejos</i>
<i>Ricardo Jaña</i>	

Este volumen especial de ciencia latinoamericana en el Año Polar Internacional es resultado del esfuerzo conjunto del Comité Nacional de Investigaciones Antárticas de Chile, del Instituto Antártico Chileno y de la Pontificia Universidad Católica de Chile.