

## **Temperatura Superficial do Campo de Gelo da Ilha Joinville por Sensoriamento Remoto**

Carina Petsch  
Jefferson Cardia Simões.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Centro Polar Climático e Departamento de Geografia, Instituto de Geociências - Porto Alegre – Rio Grande do Sul - Brasil.  
carinapetsch@gmail.com; jefferson.simoes@ufrgs.br

### **ABSTRACT**

Antarctica is a continent of about fourteen million square kilometers, almost totally covered by ice. The Joinville Island (63°00' - 63°30'S and 56°45' - 55°00'W) is part of the same name archipelago, covering two small islands, d'Urville (63°05'S - 56°20'W) and Dundee (63°30'S - 55°55'W). This work aims to use the Landsat 7 satellite thermal band to determine the surface temperature of the Joinville Island icefield during 3 summer pictures. These satellite images were taken on 29/01/2000, 12/01/2001 and 22/02/2003. The highest temperatures, above 5°C, were observed in areas with exposed rocks, ocean waters also showed positive temperature values, around 2°C. The presence of clouds reduces the temperature recorded on the image. Cloud-covered areas showed temperature below -2.5°C in all images, it is note worthy that in 2001 image the predominated a thicker cloud strip with temperature in the -5 to -10°C range. Much of the area covered by snow showed temperature between 0 and -2.5°C, and in the area near the coast line the temperature is between 0 and 2.5°C. Although the difficulties to obtain the surface temperature of the Joinville Island icefield, it was still possible to perform an initial characterization of the thermal behavior of the area.

**Key words:** Surface temperature - Remote Sensing – Joinville island.

### **INTRODUÇÃO**

O sensoriamento remoto termal é um ótimo recurso na identificação das características térmicas espacializadas, e vem se firmando como uma eficiente técnica de estudos de radiação superficial, considerando a representabilidade espacial dos dados (NASCIMENTO *et al.* 2009). A energia envolvida na porção de 3,0 a 20,0  $\mu\text{m}$  (infravermelho termal) é proveniente basicamente de vibrações moleculares decorrentes da temperatura dos corpos. Todos os materiais com uma temperatura superior a 0 K emitem radiação eletromagnética. Essa radiação é função basicamente da temperatura do corpo e de sua emissividade. Para um corpo formado por determinado material, a energia radiante só depende de sua temperatura. Dessa forma, quanto maior for a energia radiante detectada pelo sensor, maior a sua temperatura (NOVO, 2008).

Nessa perspectiva, o sensoriamento remoto termal é um ótimo recurso na identificação das características térmicas espacializadas, e vem se firmando como uma eficiente técnica de

estudos de radiação superficial, considerando a representação espacial dos dados (NASCIMENTO *et al.*, 2009). Os principais estudos que envolvem uso do sensoriamento termal tratam da caracterização de centros urbanos, buscando entender fenômenos como ilhas de calor, contudo essas imagens de satélites também fornecem um conjunto de variáveis que são úteis para a caracterização de superfícies também no meio dito natural (WATSON, 1975; CHEN *et al.*, 2008; PEÑA, 2009). A temperatura superficial terrestre (TST) de alvos pode disponibilizar informações sobre as propriedades físicas e climáticas dessa superfície (WENG *et al.*, 2006) e é um dos parâmetros mais importantes para estimar o efeito das mudanças climáticas nas geleiras (HAQ *et al.*, 2012).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho é utilizar a banda termal do satélite LANDSAT 7 para determinação da temperatura superficial do campo de gelo da ilha Joinville em 3 imagens da estação de verão (2000, 2001 e 2003).

## ÁREA DE ESTUDO

A Antártica (Figura 1-A) é um continente com trezemilhões e oitocentos mil quilômetros quadrados estando 99,6% recoberto por gelo, abrigando 90% do volume do gelo do planeta, com espessura média ultrapassando os dois mil metros (SIMÕES *et al.*, 1995). O clima Antártico é caracterizado por temperaturas extremamente baixas na região central do continente, onde já foi registrada a mínima de  $-89,7^{\circ}\text{C}$  (VIMEAUX, 1999).

Já o clima da região da Península Antártica é diferente daquele observado na área central do Continente Antártico, apresentando uma topografia alpina irregular e temperaturas médias do ar, no verão, superiores a  $0^{\circ}\text{C}$  ao nível do mar (VAUGHAN *et al.*, 2003). Têm-se observado um aumento de  $3^{\circ}\text{C}$  no período entre 1952 e 2002 para a Península Antártica, assim como para todo entorno do continente. Essa tendência não é registrada no interior da Antártica, pelo contrário há uma diminuição nas medições realizadas nas poucas estações existentes (BARRETT *et al.*, 2009; TURNER *et al.*, 2009; LEE *et al.*, 2011).

A ilha Joinville (Figura 01-B) pertence ao arquipélago de mesmo nome, contemplando duas ilhas menores, a d'Urville ( $63^{\circ}05'S - 56^{\circ}20'W$ ) e a Dundee ( $63^{\circ}30'S - 55^{\circ}55'W$ ). A ilha

Joinville se separa da Península Antártica pelo canal Antártica e localiza-se entre as coordenadas 63°00' - 63°30' S e 56°45' - 55°00' W.

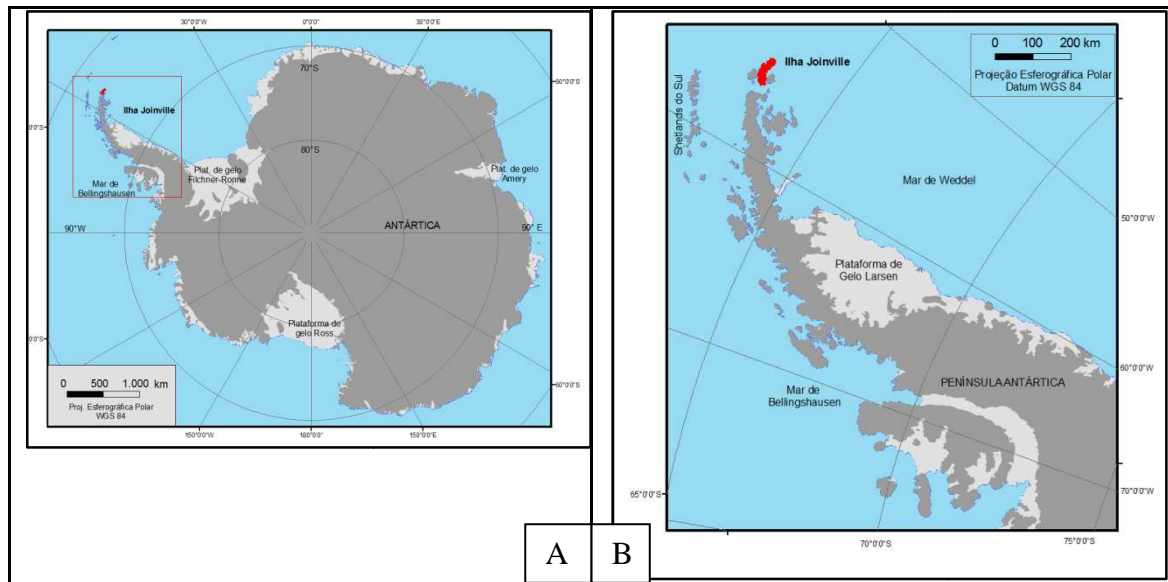


Figura 1: A - Localização da Antártica, com destaque para a Península Antártica;  
B -Localização da ilha Joinville.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As imagens do satélite Landsat TM 7 foram escolhidas de acordo com a menor concentração de nuvens e no período de verão, sendo selecionadas as de: 29/01/2000, 12/01/2001 e 22/02/2003. A projeção utilizada foi a Cônica Conforme de Lambert, sendo a mais indicada para pesquisas na Antártica, com escalas de detalhe como 1:100.000 ou 1:50.000.

Inicialmente, executou-se a calibração da imagem Landsat para converter os números digitais para radiância espectral utilizando parâmetros fixos de conversão (CHANDER *et al.*, 2009). A radiância espectral ( $L_{\lambda}$ ) é calculada utilizando o *Spectral Radiance Scaling Method* cuja equação é:

$$L_{\lambda} = ((lmax_{\lambda} - \lambda Lmin) / (QCALMAX-QCALMIN)) * (QCAL-QCALMIN) + \lambda Lmin$$

(1)

Onde: QCAL é calibrado em unidades de números digitais; Lmin é a radiância espectral em QCAL = 0; Lmax $\lambda$  é a radiância espectral em QCAL=QCALMAX;

Dados de imagens térmicas devem ser convertidos em radiância antes de realizar a correção atmosférica que diminui o efeito de gases atmosféricos. As equações 2 e 3, foram aplicadas para a banda termal (ETM+6) já calibrada para radiância espectral, afim de recuperar a temperatura de brilho e realizar a correção para emissividade constante:

$$T_B = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (2)$$

Onde:  $T_B$  é a temperatura de brilho;  $K1$  é a constante de calibração para a banda termal 1;  $K2$  é a constante de calibração para a banda termal 2;  $L$  é a radiância espectral.

$$S_t = \frac{T_B}{1 + (\lambda \times T_B / \rho) \times \ln \varepsilon} \quad (3)$$

Sendo:  $\lambda$  é o comprimento de onda médio da radiação emitida em micrometros;

$\rho = h \times \left(\frac{c}{\lambda}\right) = 1.438 \times 10^{-2}$  (mK),  $\sigma$  é a constante de Boltzman ( $1,38 \times 10^{-23}$  J K<sup>-1</sup>);  $h$  é a constante de Planck ( $6,626 \times 10^{-34}$  Js),  $c$  é a velocidade da luz ( $2,998 \times 10^8$  ms<sup>-1</sup>), e  $\varepsilon$  é emissividade no intervalo entre 0,0 e 1,0.

A emissividade de um alvo é um fator predominantemente determinado por sua temperatura, contudo esta pode variar em diferentes faixas espectrais do infravermelho termal e depende também de condições como: tipo de material da superfície, compactação e rugosidade, dentre outros (LILLESAND e KIEFER, 1994). No caso específico da neve e gelo, o tamanho do cristal de gelo é o fator que mais influencia (HALL e MARTINEC, 1985).

Após este procedimento a temperatura em Kelvin foi transformada para Celsius (°C) através da fórmula:

$$\text{Temperatura (°C)} = \text{Temperatura (K)} - 273,15 \quad (4)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A presença de nuvens nas imagens obtidas por sensoriamento óptico acaba dificultando a extração da temperatura da superfície do alvo pesquisado. No caso das imagens escolhidas, a porção oeste sempre se manteve coberta por nuvens em todos os períodos analisados, principalmente em 2001 (Figura 2-B). De maneira geral, a ilha Joinville apresenta como temperatura predominante o intervalo entre 0 e -2,5°C localizando-se em todas as partes

mais altas até proximidade da linha de costa, onde já prevalece outro intervalo de temperatura, entre 0 e +2,5°C. As maiores temperaturas foram observadas nas áreas com rochas expostas, já que apresentam albedo menor, ou seja, absorvem mais energia solar e, portanto esses alvos são mais quentes. Nas imagens analisadas a temperatura registrada nas rochas ficou acima de +5°C, enquanto que as águas oceânicas também apresentaram valores positivos de temperatura, por volta de 2°C. Comparações temporais da temperatura de superfície das imagens analisadas foram prejudicadas devido à presença das nuvens, contudo a imagem de 2000 (Figura 02-A) possui a maior faixa de temperatura entre 0 e +2,5°C na proximidade da linha de costa.

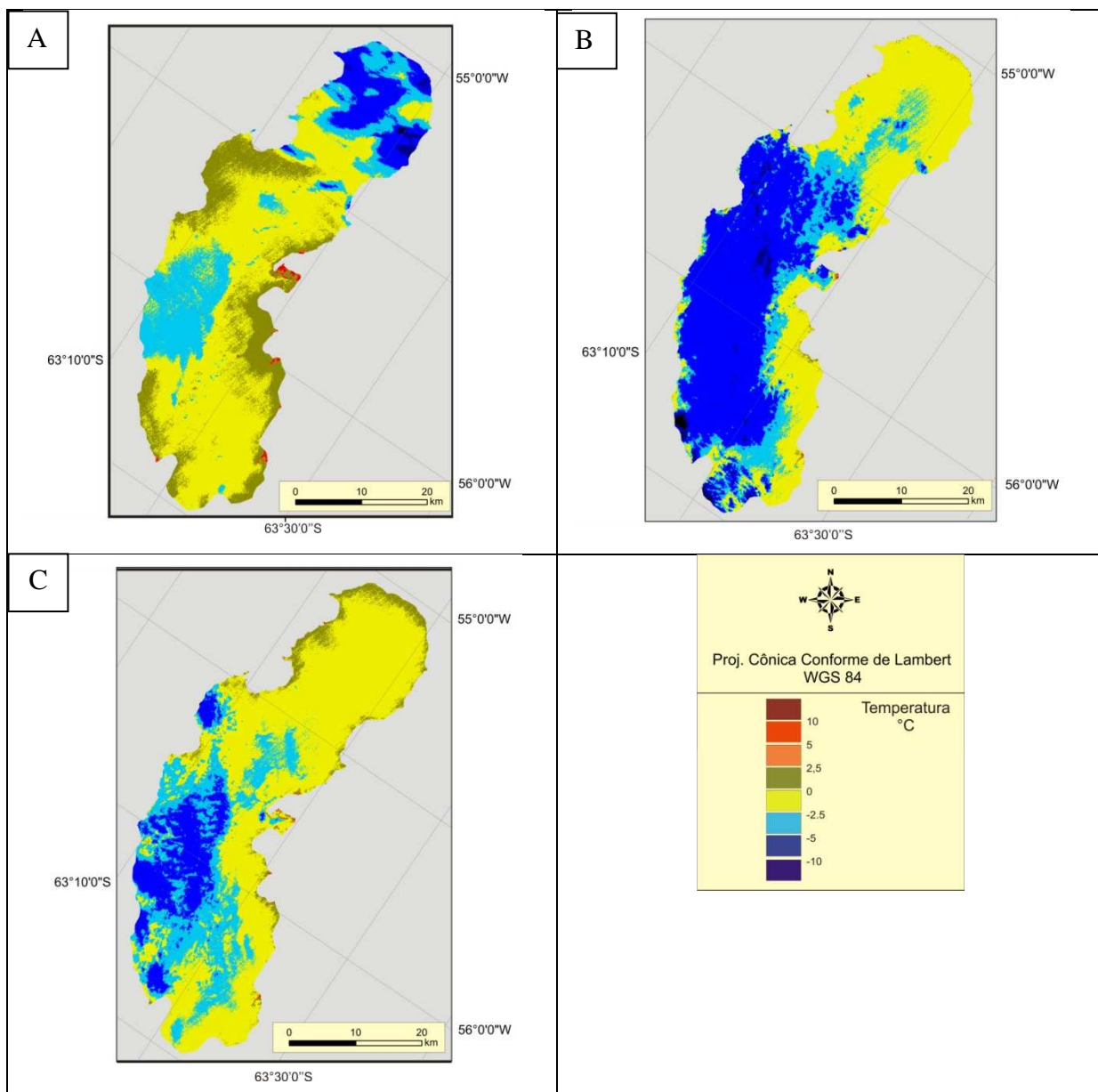


Figura 02: Temperatura superficial do campo de gelo da Ilha Joinville em 2000 (A), 2001 (B) e 2003 (C).

Orheim e Lucchitta (1988) calcularam a temperatura derivada de sensores satelitais e ressaltam que em algumas regiões chega a ser de +8°C a +20°C mais baixa que a medida na superfície, já que muitas vezes a temperatura obtida pode ser de alguma nebulosidade presente no ambiente. O espalhamento atmosférico (ZULLO *et al.*, 1996), corresponde à mudança aleatória na direção de propagação da irradiação solar devido a sua interação elástica com pequenas partículas, gases e aerossóis em suspensão, tornando a imagem nebulosa, dificultando a sua visualização e interpretação.

Em todas as imagens a parte coberta com nuvens apresentou temperaturas inferiores a -2,5°C, destacando que na imagem de 2001 (Figura 03-B) a faixa de nuvem mais espessa apresentou predominância da faixa de temperatura entre -5°C e -10°C. Na imagem de 2000 (Figura 03-A) e 2003 (Figura 03-C), a temperatura mínima na área de nuvens foi de -9°C e -7,8°C, respectivamente. A temperatura superficial nessa área de nuvens demonstra muita oscilação, mas geralmente em todas as imagens, a borda das nuvens apresentou TST entre -2,5°C e -5°C, e a parte central da cobertura de nuvens aponta temperaturas mais baixas.

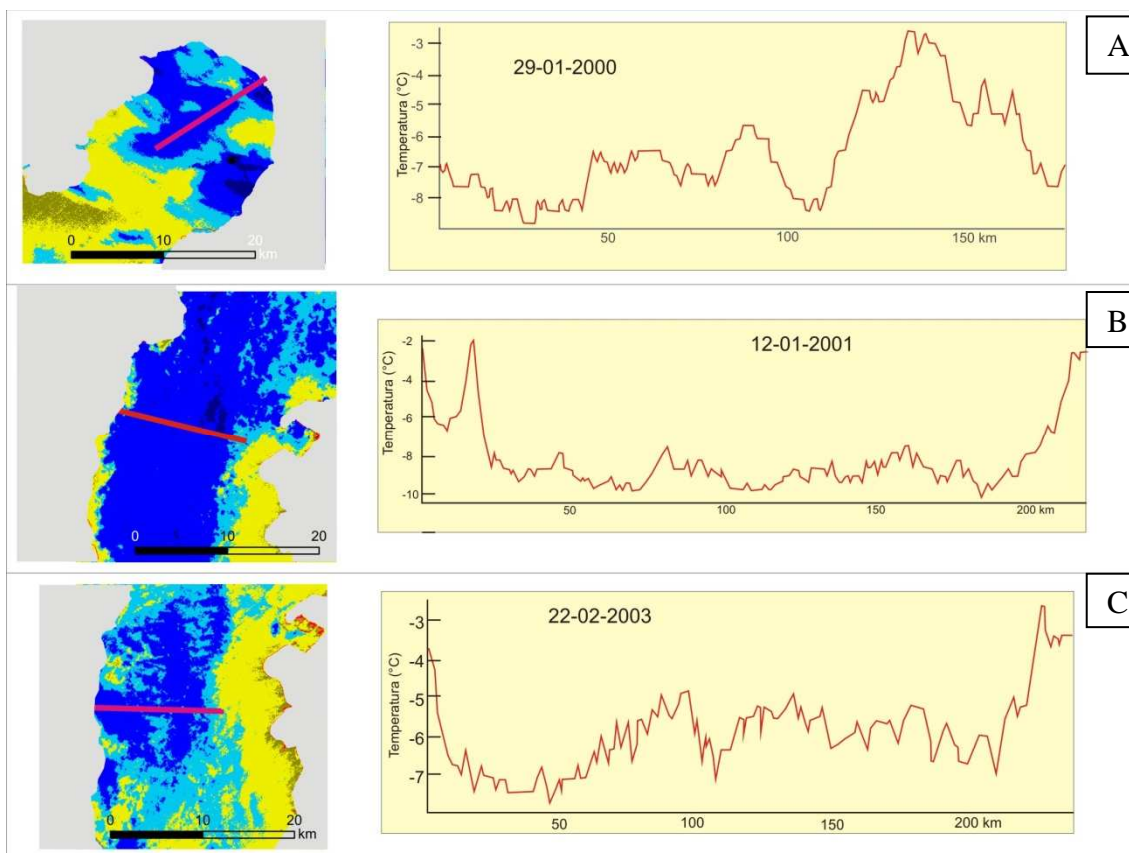


Figura 03: Comportamento da temperatura em regiões cobertas por nuvens (A - imagem de 29/01/2000; B - 12/01/2001; C - 22/02/2003).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença de nuvens nas imagens analisadas não permitiu uma verificação de toda ilha Joinville, sendo que a porção oeste do campo de gelo sempre se manteve coberta por nuvens. Infelizmente a presença de nuvens em imagens de satélite obtidas por sensoriamento óptico na região da Antártica é frequente, e aumenta no período do inverno. Dessa forma, não foi possível comparar temporalmente a variação das faixas de temperatura em setores da ilha.

Nas áreas de derretimento da neve, a emissão na faixa do termal sofre interferência da temperatura da água na superfície do gelo (próximo de 0°C), independente da altitude. O processo de recongelamento da água num pacote de neve saturada libera calor e essa energia quando capturada pelo sensor, distorce a temperatura real. Sendo assim, somente em zonas de neve seca, a temperatura obtida pelo sensor remoto seria representativa. Mesmo diante das dificuldades em se obter a temperatura superficial do campo de gelo da ilha Joinville, foi possível realizar uma caracterização inicial do comportamento térmico dos alvos presentes na área de estudo.

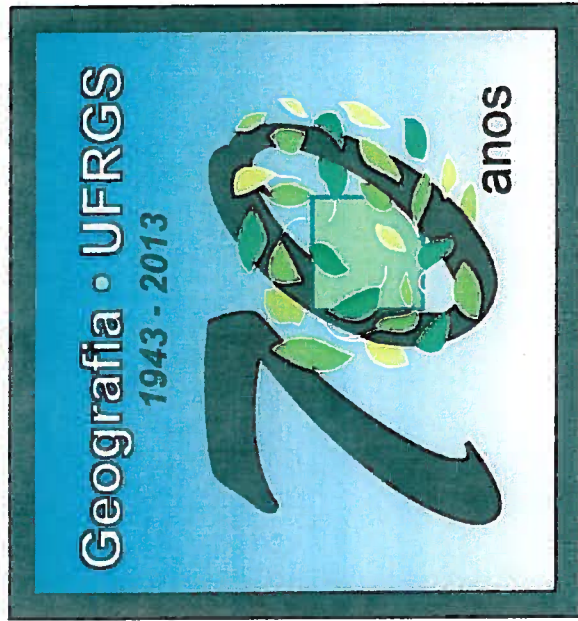
## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETT, B.**; NICHOLLS, K. W.; MURRAY, T.; SMITH, A. M.; VAUGHAN, D. G., Rapid recent warming on Rutford Ice Stream, West Antarctica, from bore hole thermometry. **Geophysical Research Letters**, n. 36, p. 12–22, 2009.
- CHANDER, G.; MARKHAM, B.; HELDER, D. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. **Remote Sensing of the Environment**, Vol. 113, p. 893-903, 2009.
- HALL, D. K.; MARTINEC, J. **Remote Sensing of ice and snow**. Londres, Champman, 189 p., 1985.
- HAQ, M. A.; JAIN, J.; MENON, K. P. R. Surface temperature estimation of Gangotri glacier using thermal remote sensing. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**. Volume XXXIX-B8, 2012, Melbourne, Australia.
- LEE, J. E.; CHOWN, S. L. Quantification of intra-regional propagule movements in the Antarctic. **Antarctic Science**, n. 23, p. 337–342, 2011.
- LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. **Remote sensing and image interpretation**. Second edition. New York, John Wiley and Sons., 1994.
- NASCIMENTO, D. T. F.; BARROS, J. R. Identificação de Ilhas de Calor por Meio de Sensoriamento Remoto: Estudo de Caso no Município de Goiânia – GO/2001. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 29, n. 1, p. 119-134, Jun. 2009.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2008.

- ORHEIM, O.; LUCCHITTA, B. K. Numerical analysis of Landsat Thematic Mapper images of Antarctica: surface temperatures and physical properties. **Ann. Glaciol.**, 11, 109-120, 1988.
- PAIVA, C. M. **Estimativa do balanço de energia e da temperatura da superfície via satélite NOAA-AVHRR**. 2005. 248 p. (COPPE/UFRJ, D.Sc., Engenharia Civil, 2005). Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2005.
- PEÑA, M, A. Examination of the land surface temperature response for Santiago, Chile, Photogramm. **Eng. Rem. S.**, 75, 1191–1200, 2009.
- REES, G.W. **Remote Sensing of Snow and Ice**. Londres: Taylor and Francis, 285 p., 2006.
- SIMÕES, J. C.; BREMER, U. F. Investigation of King George Island ice cover using ERS-1 SAR and Spot Imagery. **Revista Selper**, v. 11, n. 1, p. 56–60, 1995.
- TURNER, J.; BINDSCHADLER, R.; CONVEY, P.; DI PRISCO, G.; FAHRBACH, E.; GUTT, J.; HODGSON, D.; MAYEWSKI, P.; SUMMERHAYES, C. **Antarctic Climate Change and the Environment – a contribution to the International Polar Year 2007-2008**. Cambridge: SCAR, Scott Polar Research Institut., p. 395, 2009.
- VAUGHAN, D. G.; MARSHALL, G. J.; CONNOLLEY, W. M.; PARKINSON, C.; MULVANEY, R. HODGSON, D. A.; KING, J. C.; PUDSEY, C. J. TURNER, J. 2003. Recent rapid regional climate warming on the Antarctic Peninsula. **Climate Change**.60: 243-274.
- VIMEAUX, F. **Variations de l'excés de Deutérium en Antarctique au cours des 400.000 dernières années: implications climatiques**. Tese, Universidade de Paris, França, 172 p., 1999.
- WARREN, S. G. Optical Properties of Snow. **Reviews of Geophysics and Space Physics**. Vol. 20. No. 1, P. 67-89, February 1982.
- WATSON, K. Geologic application of thermal infrared images. **Proceedings of the IEEE**, 63, 128–137, 1975.
- WENG, Q.; QUATTROCHI, D. A. Thermal remote sensing of urban areas: An introduction to the special issue, **Remote Sens. Environ.**, 104, 119–122, 2006.
- ZULLO, J.; GU, X. F.; LAMPARELLI, G.; GUYOT, P. 1996. Pré-processamento das imagens de satélites. CIG – **Caderno de Informações Georeferenciadas**, 1(1), URL: <http://www.cpa.unicamp.br/revista/cigv1n1a7.html>.



ISBN 978-85-61424-39-8



VI Seminário do Programa de Pós-Graduação em Geografia  
"A Geografia da UFRGS: uma trajetória"  
5 e 6 de novembro de 2013

**ANAIS**

Realizado com recursos  
Proap-Capes e com auxílio  
do Instituto de Geociências CAPES



S471

SEMINÁRIO do Programa de Pós-Graduação em Geografia. (6. : 2013. : Porto Alegre, RS). [Anais] ... "A Geografia da UFRGS: uma trajetória" / Programa de Pós-Graduação em Geografia. – Porto Alegre, RS : IGEO/UFRGS, 2013.

ISBN: 978-85-61424-39-8

VI Seminário do Programa de Pós-Graduação em Geografia. "A Geografia da UFRGS: uma trajetória." de 05 e 06 de novembro de 2013. Porto Alegre - RS, 2013.

1. Geografia. I. Programa de Pós-Graduação em Geografia.  
II. Título.

CDU 91(81)(063)

Biblioteca do Instituto de Geociências - UFRGS  
Veleida Ana Blank 10/571

Logomarca do evento elaborada por Gilberto Rocha e Ricardo Braga.