

COMPARAÇÃO ENTRE CLASSIFICAÇÃO TEMÁTICA SUPERVISIONADA E NÃO SUPERVISIONADA DA ILHA RENAUD, PENÍNSULA ANTÁRTICA, UTILIZANDO IMAGENS DO LANDSAT 7.

**CARINA PETSCH¹
JEFFERSON CARDIA SIMÕES²
KÁTIA KELLEM DA ROSA³**

RESUMO: O objetivo deste artigo é diferenciar os alvos nuvem e neve e realizar classificação temática supervisionada e não supervisionada para a ilha Renaud, Antártica, usando imagens ópticas. Imagens Landsat TM e ETM+ foram usadas para essa análise. As amostras para a classificação supervisionada foram escolhidas com base na resposta espectral dos alvos, a partir da conversão dos dados brutos (números digitais) em valores físicos (reflectância), e também visualmente, de acordo com a composição RGB 321 (cena TM obtida em 7 de setembro de 1999). A classificação não supervisionada pelo classificador ISODATA, apresentou confusão na delimitação dos alvos devido a presença de água líquida na superfície. O K-médias apenas diferenciou a ilha (neve e gelo) do mar. A classificação supervisionada com o classificador MAXVER gerou resultados condizentes com a reflectância da banda 3 da imagem Landsat, e de acordo com a avaliação visual. Esta metodologia de classificação revela dois problemas principais, como a confusão de alguns pixels de neve com gelo sobreposto devido à presença superficial de água líquida. Contudo, o mapeamento automático realizado a partir de imagens de satélites permite um monitoramento temporal da calota de gelo da ilha Renaud.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento Remoto, Glaciologia, Península Antártica, Processamento Digital de Imagens.

ABSTRACT: This paper aims to differentiate cloud and snow targets in Renaud island, Antarctica, and supervised and unsupervised thematic classification using optical satellite remote sensing data. The Landsat TM e ETM+ images were used for these analysis. The delineation of training samples for supervised classification was based on spectral response of the target by conversion of the raw data (digital numbers) to physical data (reflectance), and also visually, according to the Landsat 321 RGB image (TM image obtained in September 27, 1999). Results of the unsupervised ISODATA classifier present confusion in the delineation of the targets due superficial liquid water content. The K-means only discriminated the snow/ice superficial from the sea. The MAXVER supervised classification generated consistent results through the spectral reflectance of the band 3 and visual assessment. This classification methodology reveal two main problems such as the confusion of some pixels of the snow with superimposed ice due to the presence of surface liquid

¹ Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Geografia – POSGEA/UFRGS – carinapetsch@gmail.com – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Geografia, Centro Polar e Climático, Av. Bento Gonçalves 9500, Porto Alegre, RS, Brasil - CEP: 91501-970

² Professor Doutor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - jefferson.simoes@ufrgs.br – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Geografia, Centro Polar e Climático, Av. Bento Gonçalves 9500, Porto Alegre, RS, Brasil - CEP: 91501-970

³ Professor Doutor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - katiakellem@gmail.com – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Geografia, Centro Polar e Climático, Av. Bento Gonçalves 9500, Porto Alegre, RS, Brasil - CEP: 91501-970

water. However, the automatic classified mapping allow a temporal monitoring of the island Renaud ice cap.

KEYWORDS: Remote Sensing, glaciology, Antarctic Peninsula, Digital Images Processing.

1. INTRODUÇÃO

Nas imagens espaciais e aéreas, pode-se visualizar vários objetos de diferentes tamanhos e formatos. Alguns desses objetos podem ser facilmente identificáveis enquanto outros não, dependendo da própria percepção individual e a experiência do pesquisador. A interpretação da imagem de satélite consiste justamente na possibilidade de identificar as feições e comunicar essa informação para outros.

Um estudo sistemático em sensoriamento remoto geralmente envolve a observação de alguns aspectos básicos das imagens de satélite. Algumas características podem ser utilizadas, para facilitar a interpretação e classificação, sendo as principais: tamanho, formato, padrão, matiz, textura, sombras, lugar, associação e resolução (LILLESAND e KIEFER, 2000). No caso do sensoriamento remoto da neve, muitos das características mencionadas não são identificáveis, sendo a textura e matiz, os aspectos mais importantes.

A classificação digital de uma imagem usa a informação espectral, representada pelos níveis digitais de uma ou mais bandas espectrais, para classificar cada célula segundo a classe temática de ocupação dominante. A imagem resultante é constituída por um novo mosaico de células, ou seja, um mapa temático gerado a partir da imagem original (CAMPBELL, 2011).

Há três métodos para classificação de imagens (LILLESAND e KIEFER, 2000):

- **Não-supervisionada**, quando o usuário não possui conhecimento prévio das classes temáticas presentes na imagem, deixando que o algoritmo as defina;
- **Supervisionada**, o usuário orienta a classificação das classes temáticas através da aquisição de amostras;
- **Híbrida**, utiliza em conjunto, as duas abordagens citadas anteriormente.

Diante do apresentado, o objetivo dessa pesquisa é realizar a classificação com método supervisionado e não supervisionado para a calota de gelo que recobre a Ilha Renaud – Península Antártica. Também serão utilizados os valores de reflectância para diferenciação dos alvos: nuvens e neve, já que sua resposta espectral é muito similar em alguns comprimentos de onda.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Tanto a topografia quanto o clima da região da Península Antártica são diferentes daquele observado na área central do Continente Antártico, apresentando uma topografia montanhosa e temperaturas médias do ar no verão superiores a 0°C, ao nível do mar (VAUGHAN *et al.* 2003). A Península Antártica é banhada pelos mares de Bellingshausen e Weddell e estende-se quase

longitudinalmente entre as latitudes 63°S e 75°S, sendo composta por um platô interno com elevação média de 1500 m (AHLERT, 2005). Devido a essas características geográficas ela torna-se um importante controlador do clima, da circulação marinha e da dinâmica glacial da Antártica Ocidental (KING e TURNER, 1997).

A temperatura média do ar aumentou cerca de 3°C desde 1951 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 da temperatura registrada nas poucas estações existentes (BARRETT *et al.* 2009). As geleiras da Península têm respondido rapidamente a essas variações climáticas, isto porque segundo Oerlemans e Fortuin (1992) as massas de gelo em climas marítimos são mais sensíveis às mudanças ambientais do que àquelas localizadas sob condições mais continentais. Considerando as modificações que estes ambientes estão sofrendo, se faz importante aprimorar os métodos de sensoriamento remoto buscando o monitoramento contínuo da Península Antártica.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O arquivo raster de reflectância espectral foi gerado a partir da banda 3 da imagem de 1999, com objetivo de fornecer dados para auxiliar na escolha das amostras para a classificação supervisionada. A composição RGB 321 também foi analisada para escolha das amostras. A imagem Landsat ETM+ de 1999 não possui disponível a banda do infravermelho próximo (banda 4), que seria mais adequada para diferenciação dos alvos, assim se optou pela utilização da banda 3 (0,63–0,69 μm). Na banda 3 do Landsat ETM+ a reflectância do gelo é de aproximadamente 55%, *firn* de 70% e da neve fresca é de 95%, possibilitando dessa forma identificar os seguintes alvos: neve, zona saturada de água e gelo sobreposto. O número de amostras adquiridas para cada classe foi de 15 e o tipo de classificador utilizado na classificação supervisionada foi o MAXVER.

A classificação não supervisionada é aquela que não requer qualquer informação sobre as classes de interesse, onde o classificador estabelece e divide os agrupamentos espectrais em classes. Foram utilizados 2 classificadores, ISODATA e *K-médias* do *software* ENVI.

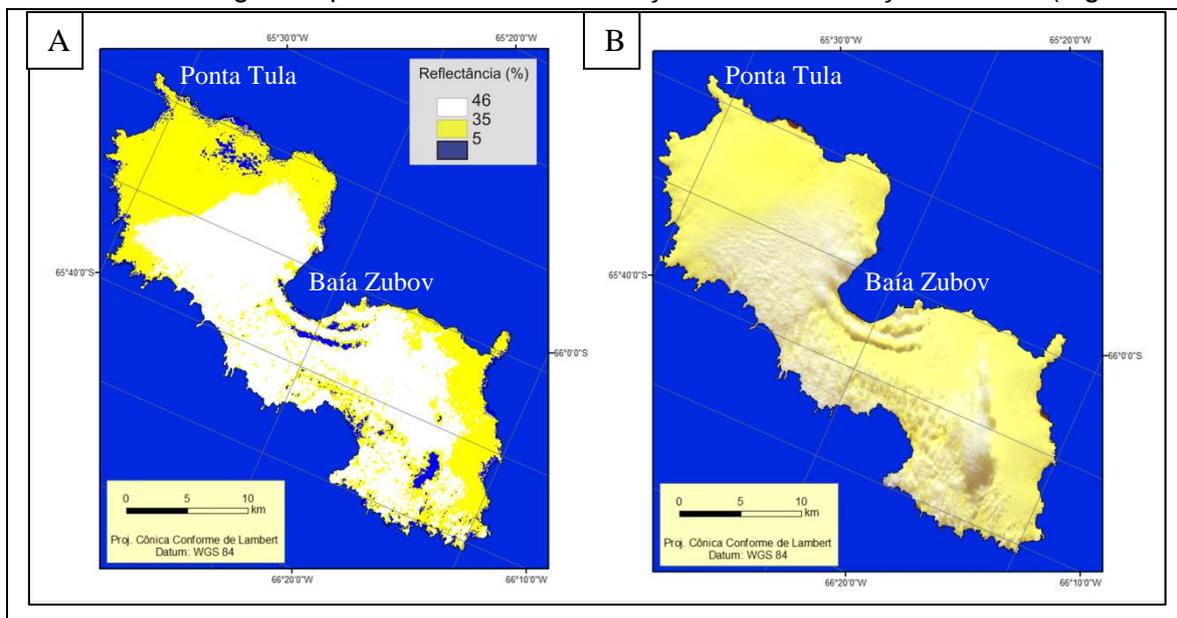
Com base nos dados de reflectância das imagens foi possível também gerar mapas de reflectância na banda 5 do Landsat TM e ETM+ (1997, 2007) para separação de nuvens e neve, já que a reflectância das nuvens é muito superior à neve (DOZIER, 1989). A diferenciação temática desses alvos é necessária para se evitar erros de classificação já que visualmente os alvos nuvem e neve são similares. As imagens Landsat, com menor cobertura de nuvens, disponíveis para a ilha são de 18/02/1986, 23/02/1997, 27/09/1999, 19/01/2007. A imagem de 1986 possui uma fina camada de nuvens, tornando inviável a separação de nuvens e neve, já que a reflectância das primeiras prevalece. A imagem de 1999 não possui cobertura de nuvens.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diferenciação entre os alvos nuvens e neve

Uma das formas de se caracterizar nuvens em relação à neve é analisar seu valor de reflectância, já determinada em outros estudos de sensoriamento remoto. A banda 5 do Landsat TM e ETM+ (1997 e 2007) foi escolhida para fazer a diferenciação entre nuvens e neve, já que segundo Jensen (2009), a reflectância das nuvens nessa faixa do espectro eletromagnético pode chegar a 50% enquanto a neve fica no máximo em 20%.

A imagem Landsat de 1986, apresenta uma fina camada de nuvens, e a reflectância registrada pelo sensor TM se refere somente a esse alvo, inviabilizando a diferenciação desse com a neve. Para a imagem de 1997 (Figura 01-B), a reflectância da cobertura de nuvens ficou acima de 35%, enquanto a neve apresentou valores entre 5 e 35%, e o oceano com menos de 5% (Figura 01-A). Deve-se notar que na imagem de 1997 há uma área com sombra, produzida pelas nuvens e que acabou com reflectância abaixo de 5%. Na imagem de 2007 (Figura 01 D) há uma camada de nuvens e gases que dificultam a visualização e a diferenciação da neve (Figura 01-C).



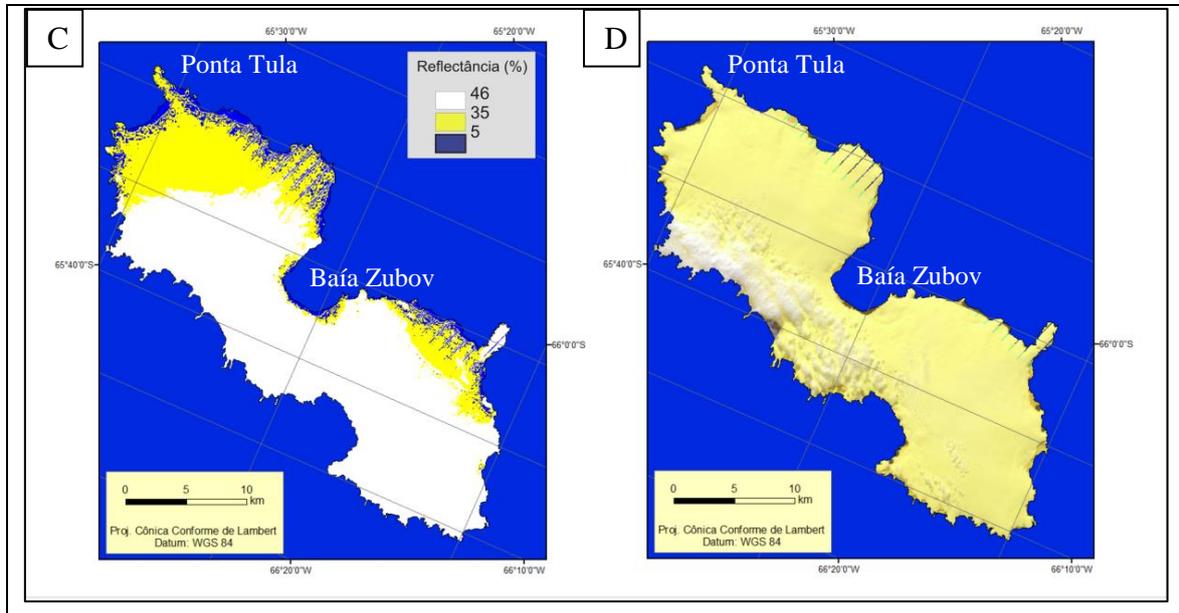


Figura 01: A - Reflectância da banda 5 referente a imagem de 1997; B - imagem Landsat TM de 23/02/1997, RGB 345; C - Reflectância da banda 5 referente à imagem de 2007; D - Imagem Landsat ETM+ de 19/01/2007, RGB 345.

Classificação não supervisionada

Avaliando os dados gerados pelos classificadores não supervisionados, os resultados do método ISODATA (*Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique*) evidenciam algumas áreas com uma superestimação da zona saturada de água, em zonas que seriam de gelo sobreposto. Segundo os dados de reflectância da imagem, deveria haver mais gelo sobreposto nas áreas próximas ao mar (Figura 2-A), enquanto que a área classificada como neve, mostra limites condizentes com os dados de reflectância. Já a classificação obtida com o *K*-médias apresentou resultados insatisfatórios, considerando que somente diferenciou a neve (ilha Renaud) do mar, com algumas pequenas faixas de gelo sobreposto (Figura 2-B).

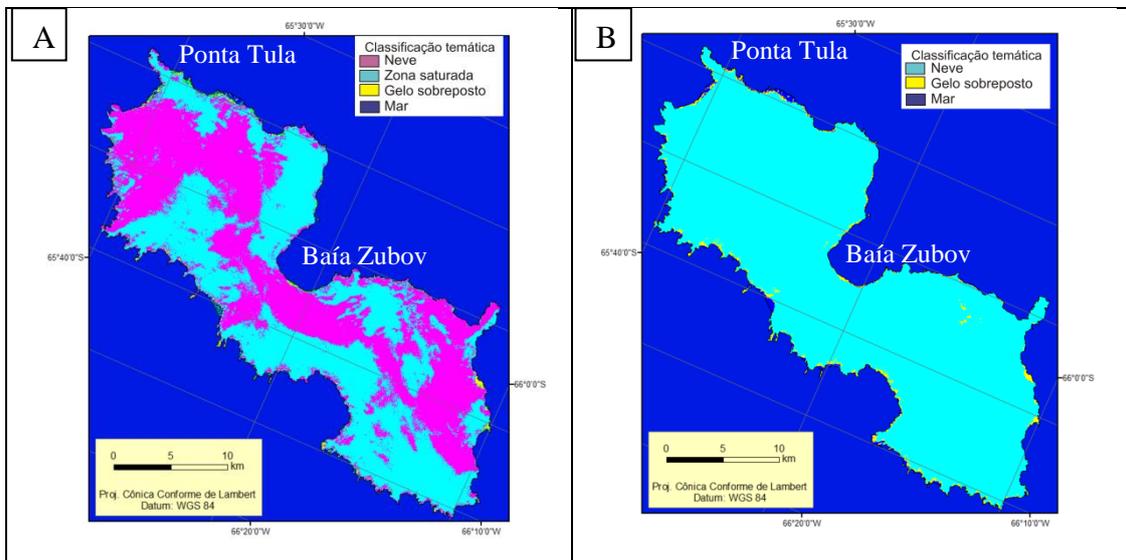


Figura 2: A—Classificação não supervisionada obtida com classificador ISODATA; B—Classificação não supervisionada com classificador K-médias.

Classificação supervisionada

Analisando os dados de reflectância da banda 3 do Landsat, e a composição RGB 321 dessa mesma imagem, foi possível distinguir 4 classes: oceano (0–11% de reflectância); a zona de neve (25–35%); a zona saturada de água (22–25%); gelo sobreposto (11–22%). Esse valor baixo de reflectância para a neve se deve ao fato desta não estar seca, mas com a presença de água.

A zona saturada de água é semelhante a que Cuffey e Paterson (2010) chamam de zona de neve úmida, onde no fim do verão toda a neve depositada ao longo do ano está a 0°C e todo pacote de neve está saturado de água. A zona de gelo sobreposto é aquela que Cuffey e Paterson (2010) caracterizam como zona da superfície de uma geleira onde ocorre derretimento total na superfície, mas a água percola alguns metros e recongela, formando lentes, camadas e glândulas de gelo.

Algumas áreas apresentaram alta reflectância na imagem Landsat ETM+ de 1999, o que poderia se caracterizar como neve recém-caída, contudo se verificou que esses lugares estavam posicionados para o lado da incidência solar, provocando o aumento de reflectância. Essas áreas foram incluídas na classificação como sendo de neve, mesmo que pela posição geográfica pudesse pertencer à outra classe temática, o que explica a presença de neve em áreas terminais das geleiras.

A neve possui uma certa quantidade de água líquida na sua superfície, diminuindo os valores de reflectância, o que poderia justificar a presença de pixels isolados classificados como gelo sobreposto nesta zona (Figura 3). A área referente a zona saturada de água apresentou limites condizentes com os valores de reflectância observados na banda 3.

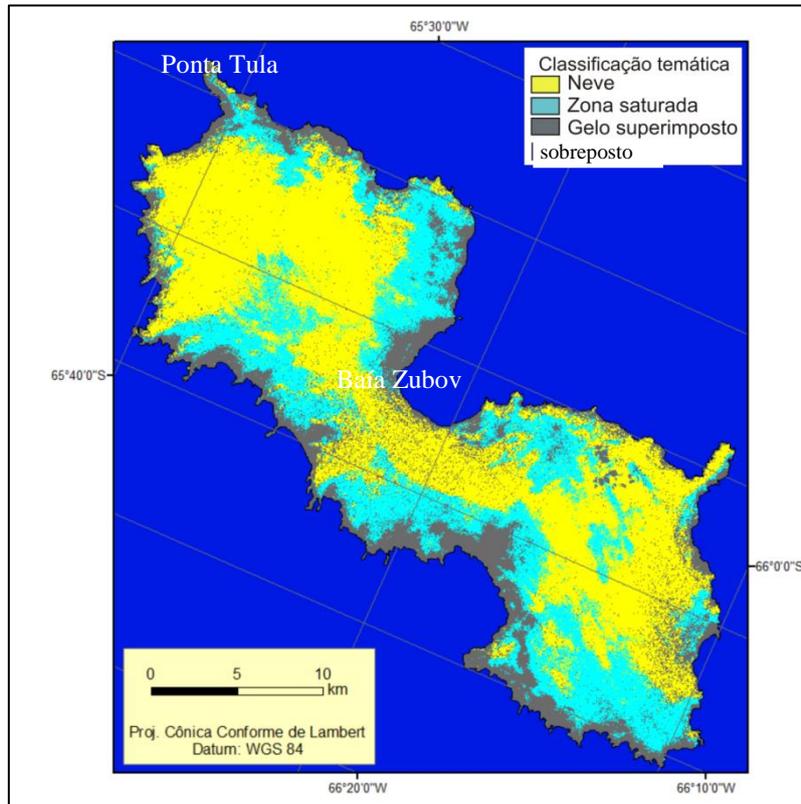


Figura 3: Classificação supervisionada utilizando classificador MAXVER.

5. CONCLUSÃO

A diferenciação dos alvos neve e nuvens é fundamental antes de realizar classificação temática do tipo supervisionada ou não supervisionada. No caso dessa pesquisa, três das quatro imagens de satélite Landsat disponíveis para a ilha Renaud, segundo a classificação por reflectância, apontam que a cobertura de nuvens predomina impedindo o mapeamento da cobertura de neve.

A classificação supervisionada com o classificador MAXVER gerou resultados condizentes com a reflectância na banda 3 da imagem Landsat, e de acordo com a avaliação visual. Os dois principais problemas detectados devem-se à confusão de alguns pixels de neve com gelo sobreposto devido à presença superficial de água líquida, além da existência de áreas com alta reflectância, em razão da incidência solar. Já a classificação não supervisionada, não obteve resultados satisfatórios sendo que no caso do ISODATA, é provável que sob condições de neve seca, seus resultados possam ser mais condizentes com a realidade.

O classificador K-médias seria útil para o mapeamento de ilhas, no sentido de monitorar temporalmente as frentes das geleiras e sua dinâmica. Diante de dados apontando o aumento da temperatura superficial na Península Antártica, bem como do mar que cerca a área de estudo,



“RIESGOS, VULNERABILIDADES Y RESILIENCIA SOCIOAMBIENTAL PARA ENFRENTAR LOS CAMBIOS GLOBALES”

Santiago (Chile), 03 al 05 de Diciembre 2014

Eje 2 – Geotecnologías aplicadas a los riesgos y vulnerabilidades
p.532 – 539

mapear e monitorar as geleiras é fundamental para entender seu comportamento e riscos associados à mudança desses sistemas glaciais, interferindo em nível local e também gerando vulnerabilidades no sistema terrestre.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADD - **Antarctic Digital Database**. Versão 6.0. Disponível em: <http://www.nerc.bas.ac.uk/public/magic/add_home.html>. Acesso em: 16 de abril de 2013.

AHLERT, S. **Variações Morfológicas do Campo de Gelo da Ilha Brabant, Antártica**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 116 p., 2005.

BARRETT, B.; NICHOLLS, K. W.; MURRAY, T.; SMITH, A. M.; VAUGHAN, D. G. Rapid recent warming on Rutford Ice Stream, West Antarctica, from borehole thermometry. **Geophysical Research Letters**, v. 36 (2), p. 12–22, 2009.

CAMPBELL, J. B. **Introduction to Remote Sensing**. New York: Guilford, 622 p., 2011.

CUFFEY, K. M.; PATERSON, W. S. B. **The Physics of Glaciers**. 4ª ed. Oxford: Pergamon/Elsevier Science, 380 p., 2010.

DOZIER, J. Spectral signature of alpine snow cover from the Landsat Thematic Mapper. **Remote Sensing of Environment**, vol. 28, p. 9–22, 1989.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em Recursos Terrestres**. São José dos Campos, SP: Parênteses, 598 p., 2009.

KING, J. C.; TURNER, J. **Antarctic Meteorology and Climatology**. Cambridge: Cambridge University Press, 409 p., 1997.

LILLESAND, T.; KIEFER, R. **Remote Sensing and Image Interpretation**. New York: John Wiley & Sons, 724 p., 2000.

OERLEMANS, J; FORTUIN, J. P. F. Sensitivity of Glaciers and Small Ice Caps to Greenhouse Warming. **Science**, vol. 258, p. 115–117, 1992.

VAUGHAN, D. G., et al. Recent rapid regional climate warming on the Antarctic Peninsula, **Climate Change**, vol. 60(3), p. 243–274, 2003.



VIII SLAGF
VI SIAGF

UNIVERSIDAD DE CHILE

VIII - SLAGF SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE GEOGRAFIA FISICA
IV - SIAGF SIMPOSIO IBEROAMERICANO DE GEOGRAFIA FISICA

Presentación | Programa | Ejes Temáticos | Comité Organizador | Comité Científico

03 al 05 de Diciembre 2014, Santiago de Chile