

O uso do Sensoriamento Remoto na detecção de mudanças na geleira Znosco, Ilha Rei George, Antártica.

Alice Seben Campana
Kátia Kellem da Rosa
Jefferson Cardia Simões

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS/CPC
91501-970 - Porto Alegre - RS, Brasil
alice.scampana@gmail.com
katiakellem@gmail.com
jefferson.simoies@ufrgs.br

Abstract. The work aims investigate the area fluctuations and terminus configuration of the Znosco Glacier, located in Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. Were used SPOT images (MSS, 20 m spatial resolution) obtained in 1988, 1995, 2000, QUICKBIRD image (2.4 m) obtained in 2006, and LANDSAT-8 OLI image obtained in 2014 (30 m). The area loss for different periods was mapped and the retreat annual rate was estimated. The results of the mapping evidenced the relevance of the optical satellite images for temporal analysis of this environment and provided information about the glacial area variation in the period (1919-2014). The Znosco Glacier has the highest annual retreat rate, 0.02 km²/y, with 8.1% of the total area loss (0.17 km² of the total area in 1979) for the period 2000-2006. The Glacier has 0.42 km² of the total area lost since 1979 (0.78% of the total area). The total glacier area in 2014 was estimated in 1.68 km². The retreat process is related with air temperature and precipitation annual variations for study area. The use of the LANDSAT 8 images provided conditions for temporal continuous investigations of the Znosco Glacier fluctuations with spectral resolution for snow areas and glacier ice targets discrimination in visual interpretation.

Palavras-chave: glaciologia, monitoramento ambiental, mapeamento, Antártica, Glaciology, environmental monitoring, mapping, Antarctica.

1. Introdução

Geleiras são massas de neve e gelo que se deslocam continuamente por fluência, e em alguns casos por deslizamento basal, de um ponto mais alto para outro mais baixo da superfície. Se flutuante, dispersa-se continuamente em direção à água aberta e forma-se onde a acumulação anual de neve é maior que a ablação (SIMÕES *et al.*, 2004).

Geleira de descarga é uma geleira de vale que flui através de um desfiladeiro entre montanhas, e drena um manto ou calota de gelo situada no interior (SIMÕES *et al.*, 2004).

Seu balanço de massa está relacionado com a acumulação e a ablação (perda) em um dado período, sendo expresso em termos de volume d'água por unidade de área.

A retração de geleiras e até o desaparecimento destas de menor dimensão tem sido documentada amplamente (Kargel *et al.*, 2005). O monitoramento de geleiras é justificado por elas representarem indicadores sensitivos às mudanças climáticas e agem como importantes reguladores do sistema climático, pois influenciam no albedo e contribuem para o gradiente térmico global (ZEMP *et al.*, 2008).

Desta forma, imagens multiespectrais obtidas de diferentes sensores remotos são relevantes para o estudo do estado atual das geleiras e sua dinâmica (Rau, 2005; Kargel *et al.*, 2005). Em muitos casos, os ambientes glaciais são áreas de difícil acesso para trabalhos de campo visando monitoramento, assim dados de Sensoriamento Remoto (SR) podem fornecer informações espaciais e temporais necessárias para documentar as mudanças ambientais nestas regiões (MASSOM, 1991).

O objetivo do trabalho é investigar as flutuações de área e a caracterização da configuração de término da geleira Znosco, localizada na Baía do Almirantado, ilha Rei George, Antártica (Figura 1).

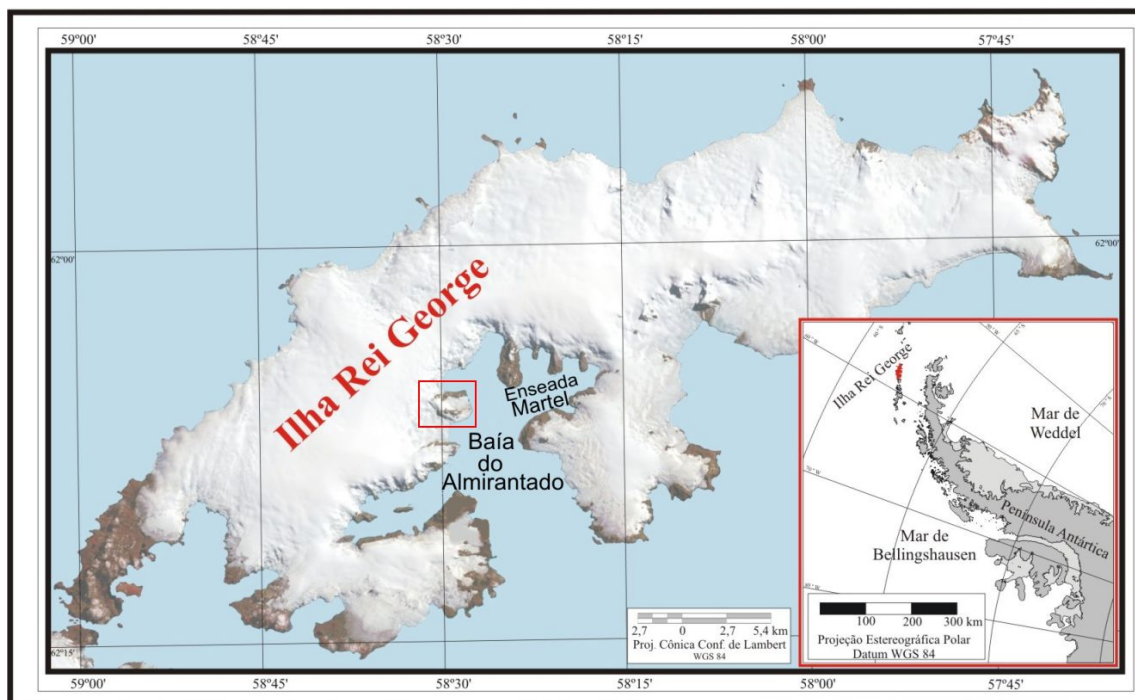


Figura 1. Localização da geleira Znosco na Baía do Almirantado, ilha Rei George.



Figura 2. Ilustração da geleira Znosco. A geleira possui configuração de término no mar e caracterizada como uma geleira de maré. Fotografia obtida em fevereiro de 2011 durante atividades de campo realizadas na área de estudo.

Vários estudos indicam que estas geleiras mostram uma rápida reposta a estas mudanças (ABDALATI e STEFFEN, 2001; BOLCH e KAMP, 2006), em escalas temporais que variam entre centenas de anos e décadas (SIMÕES *et al.*, 2011) As massas de gelo das ilhas Shetland do Sul são particularmente sensíveis às variações climáticas, em função de sua posição geográfica (Lat. 61°04'S - 63°20'S e Long. 54°00'W - 62°25'W), da pequena espessura de gelo e por estarem muito próximas do ponto de fusão sob pressão (KNAP *et al.*, 1996; ANDERSON, 1999; ARIGONY-NETO *et al.*, 2001; SIMÕES *et al.*, 2011). Com o processo de retração das geleiras, torna-se importante o monitoramento das respostas da dinâmica glacial.

2. Materiais e métodos

Foram utilizadas imagens SPOT (obtidas em Fevereiro de 1988 e em Março de 1995 e de 2000), QUICKBIRD (obtida em Outubro de 2006, com 0,61 metros de resolução espacial no modo pancromático e 2,4 metros de resolução no modo espectral) e LANDSAT-8 OLI (obtida em Janeiro de 2014, com 30 metros de resolução no modo espectral, em <http://earthexplorer.usgs.gov>) para detectar variações na área da geleira Znosco (Tabela 1). Foram mapeadas as flutuações de área da geleira no *ArcGIS Desktop* 10.2.1 para calcular o grau de retração anual da geleira e perda de área total. Neste estudo, foram aplicadas as coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) e sistema geodésico WGS84 (*World Geodetic System* 84) – zona 21S.

Tabela 1. Dados de sensores remotos utilizados no mapeamento das flutuações de área da geleira Znosco.

Data	Satélite	Sensor	Bandas
Fev/1988	SPOT HRV	MSS 20 x 20 m	Composição 3, 2 e 1
Mar/1995	SPOT HRV	MSS 20 x 20 m	Composição 3, 2 e 1
Out/2006	QUICKBIRD	MSS 2,44 x 2,44 m	Composição 3, 2 e 1
Jan/2014	LANDSAT-8 OLI	MSS 30 x 30 m	Composição 4, 3 e 2

3. Resultados e Discussão

Através do *software ArcGIS™*, foi obtido um mapa de retração da geleira no período entre 1979 e 2014 (Figura 3). A tabela 2 mostra a variação da área em km² da geleira, a sua porcentagem e a taxa de recuo por ano.

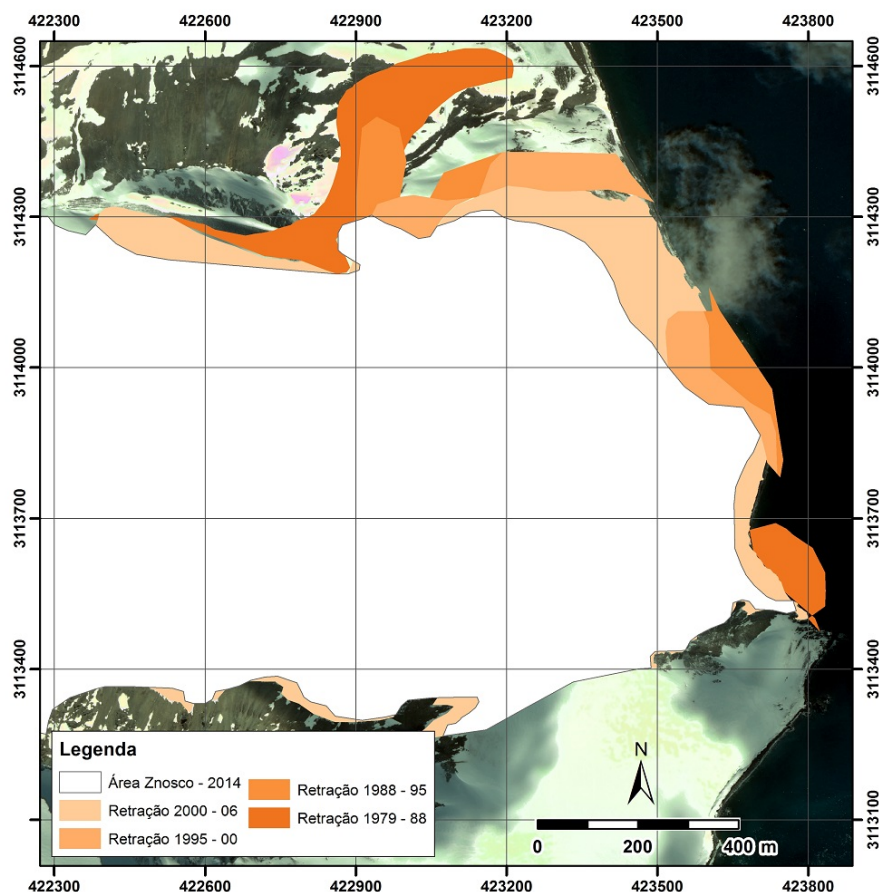


Figura 3. Mapa de Retração da Geleira Znosco.

O valor de cada área (correspondente aos anos utilizados) foi calculado pela diferença entre essas áreas, subtraindo da área total em 1979, conforme tabela 2.

Tabela 2. Retração da geleira Znosco no período entre 1979 e 2014.

Geleira	Znosco
Área total (km²) em 1979	2,1
Área total (km ²) em 1988	2,03
Área total (km ²) em 1995	2,00
Área total (km ²) em 2000	1,95
Área total (km ²) em 2006	1,78
Área total (km²) em 2014	1,68
Área perdida (km ²) 1979-88	0,07
Área perdida (km ²) 1988-95	0,03
Área perdida (km ²) 1995-00	0,05
Área perdida (km ²) 2000-06	0,17
Área perdida (km ²) 2006-1014	0,10
Área Perdida (km²) total	0,42
Área Perdida (%) 1979-88	3,33%
Área Perdida (%) 1988-95	1,43%
Área Perdida (%) 1995-00	2,38%
Área Perdida (%) 2000-06	8,10%
Área Perdida (%) 2006-14	4,76%
Total Área Perdida (%)	20,78%
Taxa de recuo 1979-88 (km ² /ano)	0,78x10 ⁻²
Taxa de recuo 1988-95 (km ² /ano)	0,42x10 ⁻²
Taxa de recuo 1995-00 (km ² /ano)	1x10 ⁻²
Taxa de recuo 2000-06 (km ² /ano)	2,83x10 ⁻²
Taxa de recuo 2006-14 (km ² /ano)	1,25x10 ⁻²
Taxa de Recuo (km²) total	6,28x10⁻²

Os resultados dos mapeamentos realizados evidenciam uma continuidade no processo de retração frontal durante o período analisado (1979-2014), sendo evidenciados uma perda de área de 3,33% (0,07 km²) de sua área total entre 1979-1988, 1,43% (0,03 km²) de sua área total entre 1988-1995, 2,38% (0,05 km²) de sua área total entre 1995-2000, 8,1% (0,17 km²) de sua área total entre 2000-2006 e 4,76% (0,10 km²) de sua área total entre 2006-2014.

A figura 4 ilustra um gráfico do processo de retração da geleira e a sua continuidade, com maior taxa de recuo entre o período de 1995 e 2006, com a perda de 20,78% de sua área total.

A análise temporal mostra que a geleira obteve uma maior taxa de retração anual, 0,02 km²/ano, no período entre 2000 e 2006. Sua área total perdida no decorrer de 35 anos foi de 0,42 km², que corresponde a 20,78% da área total em 1979. Sua área atual é de 1,68 km².

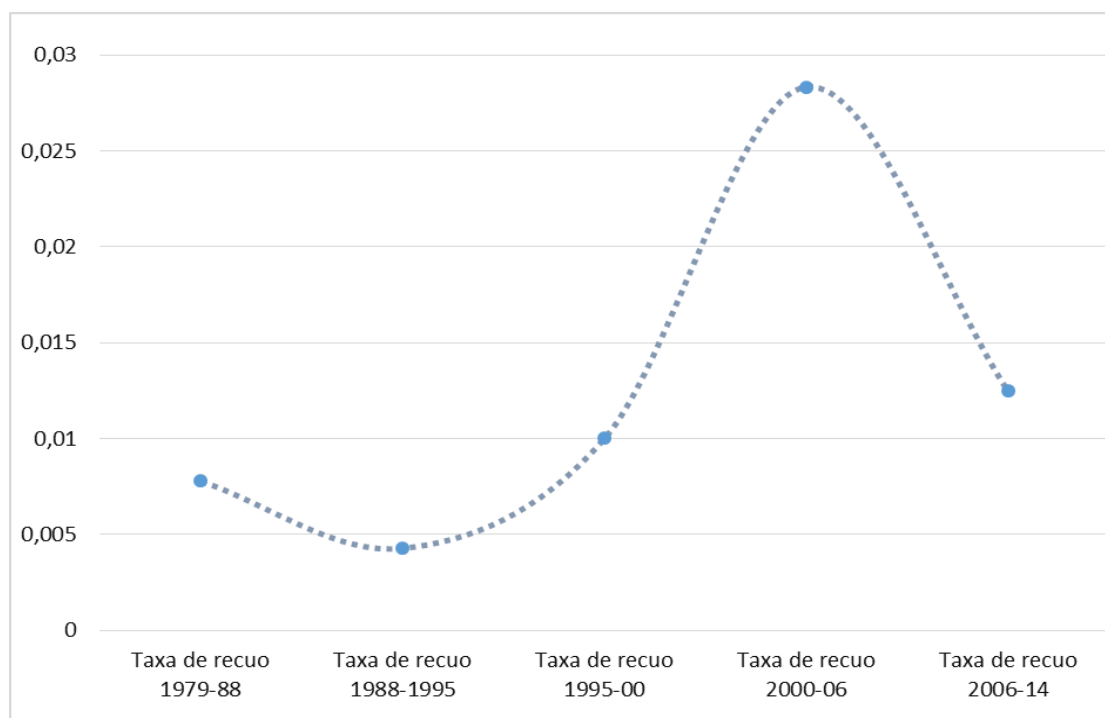


Figura 4. Gráfico ilustra a continuidade do processo de retração da geleira Znosco, como destaque para o período entre 2000 e 2006.

O comportamento apresentado pela geleira apresenta-se semelhante a outras geleiras da área de estudo, como relacionado por Arigony-Neto (2001) e Rosa (2012).

A retração está relacionada a variações de Temperatura média superficial do ar e precipitação para a área de estudo, evidenciadas pelo trabalho de Kejna *et al.*, (2013) para a área de estudo. Em décadas mais recentes, houve significantes mudanças ambientais na área da Península Antártica, expressas por mudanças da temperatura superficial do oceano e a sua relação com o gelo, e no ambiente terrestre, que mostra progressiva deglaciação e desintegração de plataformas de gelo. Como resultado da interação entre o oceano, criosfera e atmosfera, significantes mudanças têm ocorrido nas condições climáticas da Península Antártica (KEJNA *et al.*, 2013).

4. Conclusões

O uso de imagens de satélite para monitorar as mudanças ambientais é importante para estudar a evolução dessas geleiras, calcular a taxa de retração anual através do mapeamento, assim como analisar os fatores que estão influenciando na dinâmica dessas geleiras.

A utilização de imagens LANDSAT tem grande relevância em estudos temporais, disponibilizando dados anuais para serem analisados. A continuidade dos estudos temporais pode ser realizada com a ajuda de imagens do LANDSAT 8, com 30 metros de resolução espacial, possuindo imagens atualizadas e com alta resolução espectral, possibilitando distinguir áreas de neve e áreas de gelo para interpretação visual para fins de mapeamento.

Já a utilização de imagens QUICKBIRD tem grande importância na análise, possuindo ampla resolução espacial (2,44 metros), tornando o mapeamento da posição lateral e frontal da geleira mais preciso.

O estudo da geleira Znosco, entre o período de 1979 e 2014, é importante para entender qual será a sua evolução nos próximos anos, considerando-se que perdeu aproximadamente 21% da sua área total, como os resultados mostram, e o processo de perda de área está sendo contínuo, apesar das variações anuais das taxas de recuo.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi apoiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs).

Referências

- ABDALATI, W.; STEFFEN, K.; Greenland ice sheet melt extent: 1979-1999. **Journal of Geophysical Research**, v. 106(D24), n.33, p.983-33,988, 2001.
- ANDERSON, J.B.; Antarctic Marine Geology. **Cambridge University Press**, UK, p.289,.1999.
- ARIGONY-NETO, J. Determinação e interpretação de características glaciológicas e geográficas com sistema de informações geográficas na Área Antártica Especialmente Gerenciada Baía do Almirantado, Ilha Rei George, Antártica. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Criosfera**. 2001.
- BOLCH, T.; KAMP, U. Glacier mapping in high mountains using DEMs, Landsat and ASTER data. **Grazer Schriften für Geographie und Raumforschung**, v. 41, p. 37-48. 2006.
- KARGEL, J.S.; ABRAMS, M.J.; BISHOP, M.P.; BUSH, A.; HAMILTON, G.; JISKOOT H.; KÄÄB A.; KIEFFER, H.H.; LEE, E. M.; PAUL, F.; RAU, F.; RAUP, B.; SHRODER, J.F.; SOLTESZ, D.; STAINFORTH, D.; STEARNS, L.; WESSELS, R. Multispectral Imaging Contributions to Global Land Ice Measurements from Space. **Remote Sensing of Environment**, v. 99, p. 187-219, 2005.
- KEJNA, M.; ARAŻNY, A.; SOBOTA, I. Climatic change on King George Island in the years 1948–2011. **Polish Polar Research**, v. 34, n. 2, p. 213-235, 2013.
- KNAP, W.H.; OERLEMANS, J.; CADEE, M. Climate sensitivity of the ice cap of King George Island, South Shetland Islands, Antarctica. **Annals of Glaciology**, v. 23, p. 154-159. 1996.
- MASSOM, R. Satellite Remote Sensing of Polar Regions. **Lewis**, 1991.
- ROSA, K.K. Dinâmica glacial, sedimentológica e variações ambientais em geleiras na Enseada Martel, Ilha Rei George, Shetlands do Sul. 175p. 2012.
- SIMÕES, J.C. Glossário da língua portuguesa da neve, do gelo e termos correlatos. **Pesquisa Antártica Brasileira**, v. 4, p. 119-154, 2004.
- SIMÕES, J.C.; GARCIA, C.A.E.; EVANGELISTA, H.; CAMPOS, L.S.; MATA, M.M.; BREMER, U.F. Antártica e Mudanças Globais: um desafio para a humanidade, São Paulo: **Blucher**, 2011, v.9, p.169, 2011.
- USGS, Science for a Changing World. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov>> Acesso em: 20.out.2014
- ZEMP, M.; ROER, I.; KÄÄB, A.; HOELZLE, M.; PAUL, F.; HAEBERLI W. Global Glacier Changes: facts and figures. **UNEP, World Glacier Monitoring Service**, Zurich, Switzerland, p.88, 2008.