

ANÁLISE DAS VARIAÇÕES DA GELEIRA COLLINS (ANTÁRTICA) E SUAS RELAÇÕES COM A TEMPERATURA DO AR ENTRE 1986 E 2018

Filipe Mateus Sulzbach¹, André Medeiros de Andrade¹

¹ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciências Agrárias, BR-251, Km 12, 38610-000, Unaí – Minas Gerais. filipe.msul@gmail.com, andre.medeiros@ufvjm.edu.br

RESUMO

A antártica tem grande importância para o planeta em razão principalmente da sua relação com as mudanças climáticas. O objetivo desse estudo foi mapear e analisar a variabilidade no avanço e recuo na frente da geleira Collins (Península Fildes, Antártica) no período entre 1986 e 2018 a partir de imagens dos satélites da série Landsat. A área de estudo compreende a Península Fildes, na Antártica Marítima. As imagens obtidas passaram por etapas de geoprocessamento para se obter os resultados de recuo e avanço da geleira Collins. Foram utilizados dados meteorológicos de estações locais, coletados entre 1986 e 2018. No período analisado houve aumento da temperatura do ar e redução da área total da geleira em 1,64 km². Os resultados obtidos indicam que há relação entre o recuo da frente da geleira e o aumento da temperatura durante o período analisado.

Palavras-chave — Antártica, áreas livres de gelo, mudanças climáticas, sensoriamento remoto, geoprocessamento.

ABSTRACT

Antarctica is important to the planet because of its relation to climate change. The aim of this study was to map and analyze the variations in front of Collins Glacier (Fildes Peninsula, Antarctica) between 1986 and 2018 using orbital images of the Landsat series. The study area is Fildes Peninsula, Maritime Antarctica. The images obtained went through stages of geoprocessing to obtain the areas of variation in front of the Collins glacier. Meteorological data were used of local stations collected between 1986 and 2018. During the analyzed period there was an increase in air temperature and reduction of the total glacier area by 1.64 km². The results indicate that there is a relation between the retreat of the front of the glacier and the increase in temperature during the analyzed period.

Key words — Antarctica, ice-free areas, climate change, remote sensing, geoprocessing.

1. INTRODUÇÃO

A Antártica é um local inóspito e tem recebido muita atenção da sociedade e da comunidade científica em virtude de sua importância para o planeta, principalmente devido às mudanças climáticas. Em toda superfície da Terra, uma das maiores taxas de aquecimento do ar a partir de 1950 foram registradas na Península Antártica, com aumento de aproximadamente 2,5 °C na temperatura do ar nesse período [1]. Na Antártica, a região da Antártica Marítima é a que teve as mudanças climáticas mais acentuadas [1].

Os ambientes glaciais exercem intensa influência no clima local e global [2], com potencial para afetar também os regimes atmosféricos e oceânicos [3, 4]. O Brasil é o sétimo país geograficamente mais próximo do continente Antártico [5] e as mudanças climáticas na Antártica podem impactar o Brasil de diferentes formas.

O monitoramento de geleiras possibilita inferir acerca da variabilidade das mudanças climáticas em nível regional [6]. Uma metodologia muito empregada é a de analisar a influência exercida pelas mudanças climáticas sob a dinâmica de geleiras através do mapeamento das variações na porção frontal de geleiras em séries temporais [6]. Entretanto, as geleiras da Antártica estão localizadas predominantemente em áreas remotas, inviabilizando a execução contínua de levantamentos topográficos convencionais.

Para suprir essa lacuna no monitoramento de geleiras, tem-se adotado a integração de dados obtidos em campo com dados obtidos por técnicas de sensoriamento remoto. Com o avanço nos sistemas satelitais e ampliação no acesso a dados orbitais, tem havido ampliação dos estudos de monitoramento de geleiras na Antártica. O objetivo deste estudo foi mapear e analisar a variabilidade no avanço e recuo na frente da geleira Collins (Península Fildes, Antártica) no período entre 1986 e 2018 a partir da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento utilizando imagens dos satélites da série Landsat.

1.1 Área de estudo

A área de estudo compreende a Península Fildes, localizada na Ilha Rei George, arquipélago das Ilhas Shetland do Sul na Antártica Marítima entre as latitudes 62°08' e 62°14' Sul e longitudes 58°51' e 59°02' Oeste (Figura 1). O clima na Península Fildes é do tipo polar marítimo frio e úmido [7]

com ventos fortes e direção predominante norte, noroeste e oeste [8] e frequentes mudanças meteorológicas.

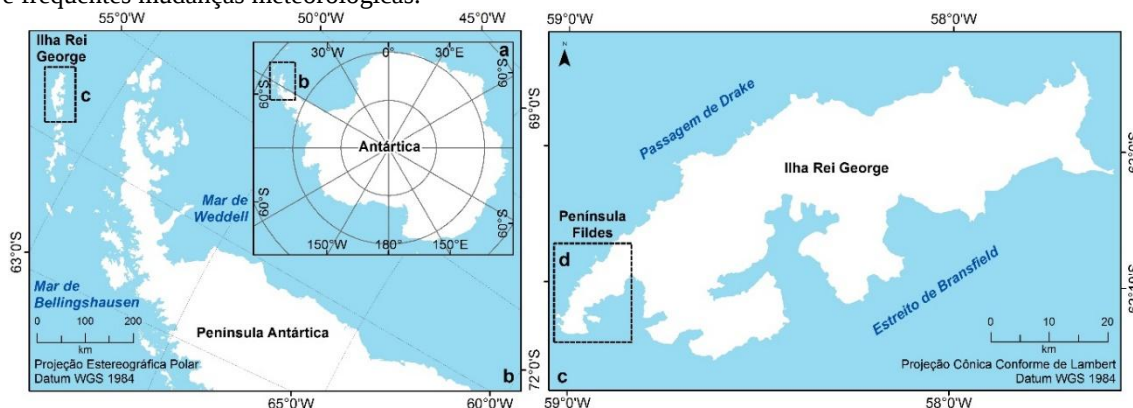


Figura 1: Localização geral do continente Antártico e da Península Antártica (a, b), da Ilha Rei George (c) e destaque para a Península Fildes (d).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A quantificação do avanço e recuo da geleira Collins entre 1986 e 2018 foi feito utilizando dados dos satélites Landsat 5, 7 e 8. Essas cenas foram obtidas gratuitamente através do *United States Geological Survey* (USGS). No presente trabalho foram selecionadas o total de 16 imagens. A quantidade pequena de cenas se deve as condições meteorológicas no momento da aquisição pelos sensores, tendo em vista a recorrente cobertura de nuvens e os períodos do inverno com restrição de iluminação solar.

Todas as cenas passaram por etapas de pré-processamento para garantir a uniformização do acervo. As cenas foram corrigidas através de pontos de controle extraídos do mapa topográfico da Península Fildes.

Para classificar os alvos superficiais foi utilizada uma classificação por meio de interpretação visual diferenciando áreas de geleira e áreas livres de gelo. Foi necessário realizar a classificação desta forma devido à impossibilidade de a classificação automática diferenciar as superfícies de gelo e neve da geleira das superfícies de neve fora da geleira. Outro fator complicador para a classificação automatizada foram os ruídos resultantes de uma falha do Corretor de Escaneamento Linear do sensor *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) do satélite Landsat 7.

A classificação foi feita através da digitalização da área de geleira de cada imagem, além da delimitação da área da península Fildes. A partir da criação dessas feições pôde-se gerar utilizando técnicas de análises espaciais as áreas livres de gelo em cada data de obtenção das cenas.

A cena adquirida em 1986 é a data mais antiga e foi utilizada como referencial para estimar as variações na frente da geleira Collins. As demais cenas obtidas em datas subsequentes tiveram suas linhas de frente da geleira analisadas em relação à referência de 1986, possibilitando estimar as áreas com ocorrência de avanço ou recuo.

Após o mapeamento das áreas que houve avanço ou recuo da geleira Collins foram quantificadas as áreas

abrangidas por cada condição. A partir desses dados foi possível avaliar as características da dinâmica da frente da geleira entre 1986 e 2018 e identificar as áreas onde houve variação na frente da geleira no período analisado.

Após mapear a variação temporal do avanço e recuo da frente da geleira Collins, foi avaliada a relação dessa variação com a temperatura do ar na Península Fildes. Para analisar as características sazonais e interanuais da temperatura do ar foram utilizados os dados meteorológicos coletados entre 1986 e 2018 e disponibilizados pela *Russian Antarctic Stations* e *Antarctic Climate Data*.

As etapas de tabulação da série temporal dos dados de temperatura do ar foram feitas utilizando o programa Excel, onde foram extraídos da série os dados *outliers*, preenchidas as lacunas e padronizados os dados.

As análises estatísticas foram feitas utilizando o Excel e foram avaliados os padrões da temperatura média do ar em períodos sazonais e anuais. Nas análises estatísticas foram utilizadas as médias e desvios padrões entre as variáveis “temperatura do ar” e “variação da frente da geleira”. A partir dessas análises foi possível detectar os períodos com temperaturas anômalas e verificar se essas apresentam indícios de relação com a variação da frente da geleira.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à alta nebulosidade que a região de estudo apresenta continuamente, foram obtidas 16 imagens com baixa interferência da atmosfera, sendo a última do ano de 2017. As imagens obtidas nos anos 2005, 2007, 2008 e 2010, apresentaram falhas na forma de faixas resultantes da falha do sensor do satélite Landsat 7.

Em razão da última imagem com baixa interferência da atmosfera ter sido obtida no ano de 2017, foram utilizados nas análises os dados meteorológicos coletados no período do ano de 1986 e 2017. Isso decorre aos dados posteriores a obtenção da imagem, no caso dados de 2018, não influenciarem na variação da frente da geleira.

Os dados de temperatura média do ar entre 1986 e 2017 são apresentados na figura 2. A linha de tendência indica

que a temperatura aumentou de forma sutil ao encontrado por [9] e [10].

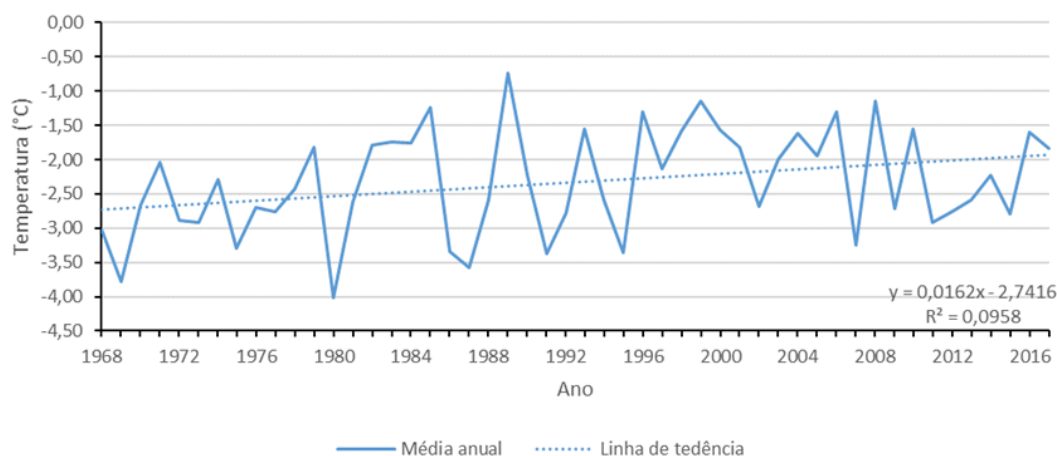


Figura 2 – Variação da temperatura média anual da Península Fildes durante o período de 1968 a 2017.

A relação entre recuo da geleira Collins e a variação da temperatura é apresentada na figura 3. O recuo da geleira Collins não acompanha a variação da temperatura, sendo essa diferença entre os padrões na geleira Pollar Club decorrentes de um retardo de um ano para a resposta no recuo da frente da geleira [10]. A figura 3 compara os dados de temperatura média anual com a área de recuo de uma

imagem adquirida no decorrer do mesmo ano, ou seja, o recuo está sendo comparado com médias que ocorreram e ainda vão ocorrer ao longo do ano e não com médias anteriores a data de aquisição, o que auxilia na compreensão das variações nas áreas de recuo não acompanharem as variações de temperatura do ar.

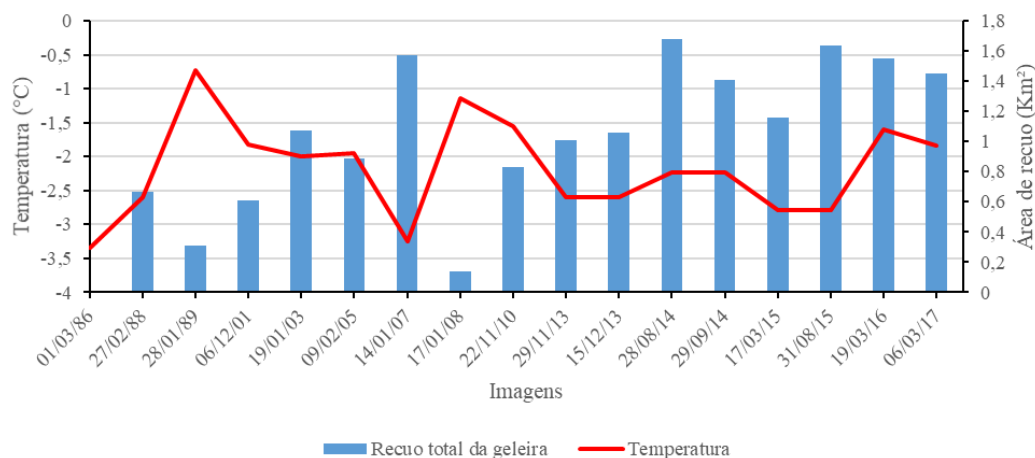


Figura 3 – Variação da temperatura média por estações do ano da península fildes durante o período de 1986 a 2017.

Avançando um ano no gráfico de recuo da geleira da figura 3, os padrões de recuo e temperatura não se assemelhariam. Foi gerado então a figura 4 que da mesma forma que a figura 3, apresenta uma relação entre temperatura e recuo da geleira, porém, a temperatura

observada é a média dos últimos 12 meses de cada imagem utilizada. Nesse caso, existe semelhança entre os dados analisados, onde o recuo pode ser relacionado com a variação de temperatura ao longo dos anos, corroborando com [10].

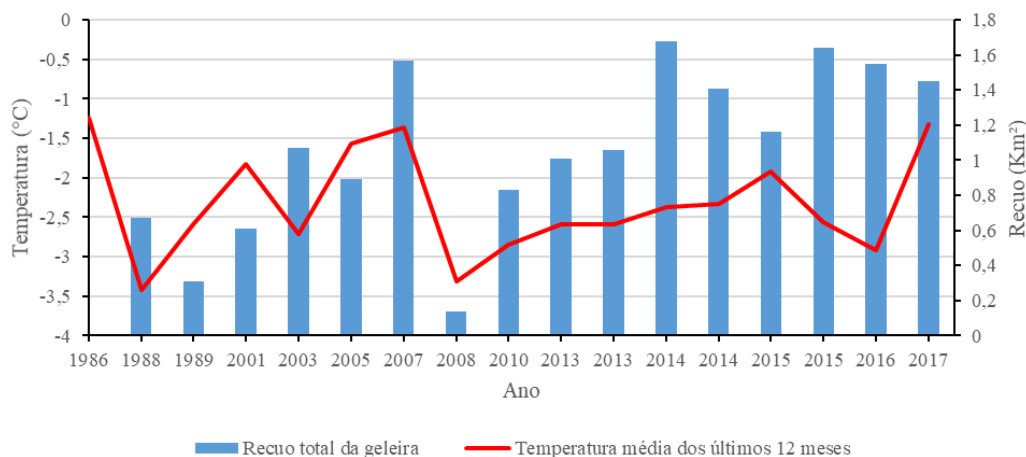


Figura 4 – Média de temperatura dos últimos 12 meses antes da obtenção das imagens e o recuo da geleira Collins na Península Fildes durante o período de 1986 a 2017.

5. CONCLUSÕES

Nos últimos 31 anos, de acordo com os resultados obtidos, houve recuo da frente da geleira da Península Fildes. As variações das temperaturas atmosféricas influenciaram no recuo da geleira, sendo que a variação do recuo da geleira e a variação da temperatura média dos 12 meses anteriores a aquisição das imagens apresenta padrões que indicam relação.

A retração da frente da geleira Collins pode estar associada também a outras condições climáticas e reacomodações dinâmicas da calota de gelo.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pela concessão da bolsa de Iniciação Científica aprovada no Edital CICT 006/2017.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Turner, J.; Barrand, N.; Bracegirdle, T.; Convey, P.; Hodgson, D.; Jarvis, M.; Jenkins, A.; Marshall, G.; Meredith, M.; Roscoe, H.; Shanklin, J. "Antarctic climate change and the environment: an update". *Polar Record*. 50 (3), p. 1-23. 2013.
- [2] Fountain, A.; Saba, G.; Adams, B.; Doran, P.; Fraser, W.; Gooseff, M.; Obryk, M.; Priscu, J.; Stammerjohn, S.; Virginia, R. "The impact of a Large-Scale Climate Event on Antarctic Ecosystem Processes". *BioScience*. v.66, n.10. p. 848-863. 2016.
- [3] Joughin, I.; Shean, D.E.; Smith, B.E.; Dutrieux, P. "Grounding line variability and subglacial lake drainage on Pine Island Glacier,

Antarctica". *Geophysical Research Letters*. v.43, n.17. p. 9093-9102. 2016.

[4] Deconto, R. M.; Pollard, D. "Contribution of Antarctica to past and future sea-level rise". *Nature* 531 (7596), 591–597. 2016.

[5] Simões, J. C. (Org). *Ciência Antártica para o Brasil: um plano de ação para o período de 2013-2022*. Comitê Nacional de Pesquisas Antárticas: Brasília. 36 f. 2013.

[6] Kaser, G.; Georges, C.; Juen, I.; Mölg, T. Low-latitude glaciers: Unique global climate indicators and essential contributors to regional fresh water supply. A conceptual approach. Em: Huber, U.; Harald, K.M.; Reasoner, M.A. (Eds.) *Global Change and Mountain Regions: A State of Knowledge Overview*. "Kluwer: New York". p. 185-196. 2005.

[7] Øvstedal, D. O.; Smith, R. I. L. *Lichens of Antarctica and South Georgia: A guide to their Identification and Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press. 453 p. 2001.

[8] Vieira, G.; Mora, C.; Pina, P.; Schaefer, C. "A proxy for snow cover and winter ground surface cooling: Mapping *Usnea* sp. communities using high resolution remote sensing imagery (Maritime Antarctica)". *Geomorphology*. v.225. p.69-75. 2014.

[9] Andrade, A. M.; Poelking, E. L.; Schaefer, C. E. G. R.; Fernandes Filho, E. I.; Justino, F. B. Mudanças climáticas regionais e seus reflexos nas variações da frente da geleira Polar Club, Península Potter, Ilha Rei George entre 1986 e 2009. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. (SBSR)., 2011, Curitiba. *Anais...* São José dos Campos: INPE, p. 5624-5631. 2011.

[10] Poelking, E.; Andrade, A.; Vieira, G.; Schaefer, C.; Fernandes Filho, E. Variações da frente da geleira Polar Club, península Potter, entre 1986 e 2010. *Revista Brasileira de Meteorologia*. v.29, n.3, p. 379-388. 2014.