

Resposta Sedimentar ao Processo de Deglaciação da Geleira Wanda, Ilha Rei George, Shetlands do Sul, Antártica

Rosemary Vieira²
Kátia Kellem da Rosa¹
Guilherme Borges Fernandez³
Jefferson Cardia Simões⁴

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS;
Laboratório de processos Sedimentares e Ambientais, Lapsa, UFF;
katiakellem@gmail.com

²Laboratório de Processos Sedimentares e Ambientais (LAPSA)
Universidade Federal Fluminense, UFF.

³Laboratório de Geografia Física - Universidade Federal Fluminense, Niterói, UFF

⁴Centro Polar e Climático – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS

Resumo

O trabalho apresenta investigações sobre a drenagem glacial e o monitoramento da variabilidade da produção sedimentar da geleira Wanda, ilha Rei George, Antártica, atualmente de frente terrestre e em processo de retração. Os dados foram obtidos através de medidas diárias da descarga de água de degelo e da descarga sólida em canais de ablação presentes no ambiente proglacial da geleira durante duas estações de verão de 2010 e 2011. Os dados foram relacionados às condições meteorológicas do período das atividades de campo. As características da drenagem da geleira Wanda foram inferidas por dados obtidos pela interpretação dos perfis de GPR Geophysical Survey Systems Inc. (GSSI) SIR System control (100 MHz). Resultados possibilitaram evidenciar as condições do sistema de drenagem glacial e sua relação com a resposta sedimentar associada à variabilidade climática da área de estudo. Os sedimentos em suspensão nos canais de água de ablação registram a ação abrasiva subglacial da geleira e são transportados por um provável eficiente sistema de drenagem subglacial, e desta forma evidenciam um regime termal basal úmido e um alto grau de produção sedimentar para a geleira.

Palavras chave: sedimentologia, concentração de sedimentos em suspensão, geomorfologia glacial, variabilidade climática.

Abstract

This work presents investigations about glacial drainage system and sediment yield variability monitoring in Wanda Glacier, King George Island, Antarctica, with terminus land and is retreat processes. Data were obtained through dairy water and sediment discharge measurements in proglacial meltwater channels during field activities in summer of the 2010 and 2011. The measurements were related with weather conditions in period. Glacial drainage characterization was inferred by GPR Geophysical Survey Systems Inc. (GSSI) SIR System control (100 MHz) profiles interpretation. Results provided information of the glacial system grainage conditions and their association with sediment yield response related to climate variability in study area. Suspended sediment in ablation channels Record subglacial abrasion processes and are transported by subglacial efficient drainage system, and thus evidenced wet basal thermal conditions and high sediment yield for Wanda Glacier.

Keywords: Sedimentology, suspended sediment concentration, glacial geomorphology, glacial dynamic, climate variability.

1. Introdução

A enseada Martel (Figura 1 e 2) localiza-se na ilha Rei George, a noroeste da Península Antártica, e caracteriza-se por ser um fiorde circundado por geleiras de marés, com suas partes frontais no ambiente marinho, e de frente terrestre, como a geleira Wanda. Plumões de concentração de sedimentos em suspensão foram observadas próximas ao término de geleiras de maré na enseada Martel por Pilchernaier *et al.* (2004) e por Rosa *et al.* (2010). A enseada com circulação estuarina, típica de fiordes, apresenta grande aporte sedimentar derivado dos processos de erosão e deposição glacial.

O presente trabalho estima o grau de erosão subglacial e a produção sedimentar pela geleira Wanda, localizada na ilha Rei George, Shetlands do Sul, Antártica, atualmente de base terrestre, para ambiente glacimarinho da enseada Martel (Figura 1 e 2). A variabilidade do grau de erosão e produção sedimentar das geleiras foi relacionada às variáveis que condicionam estes processos.

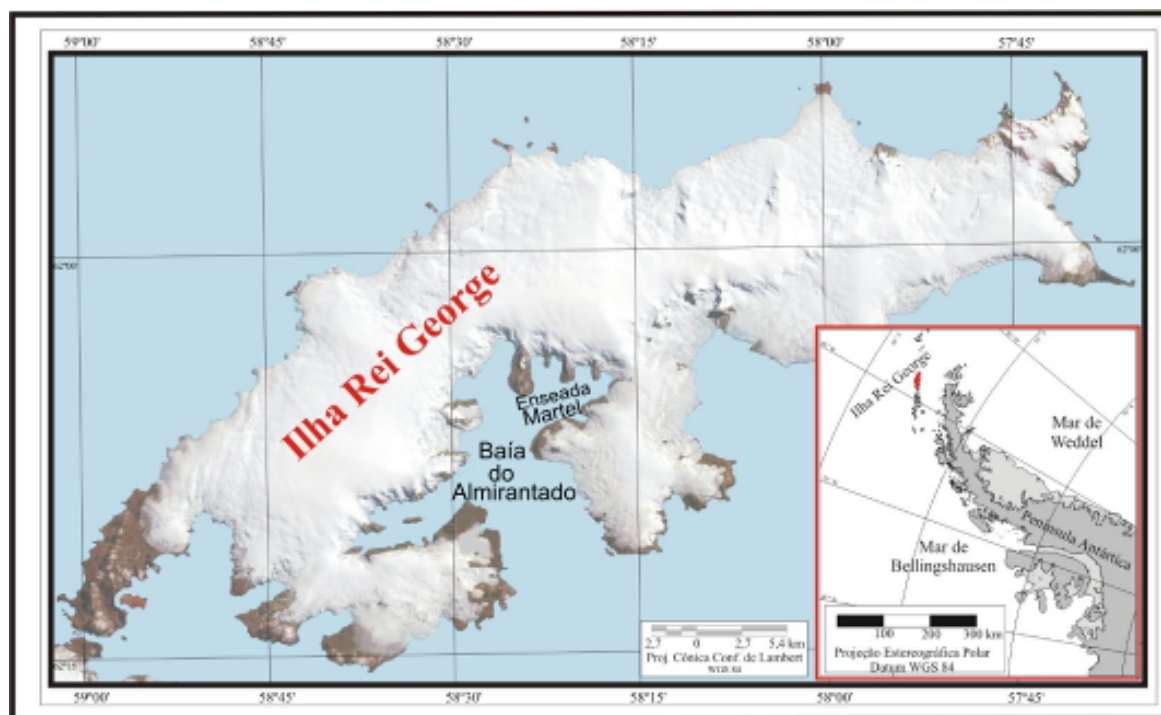


Figura 1. Mapa de localização da enseada Martel.

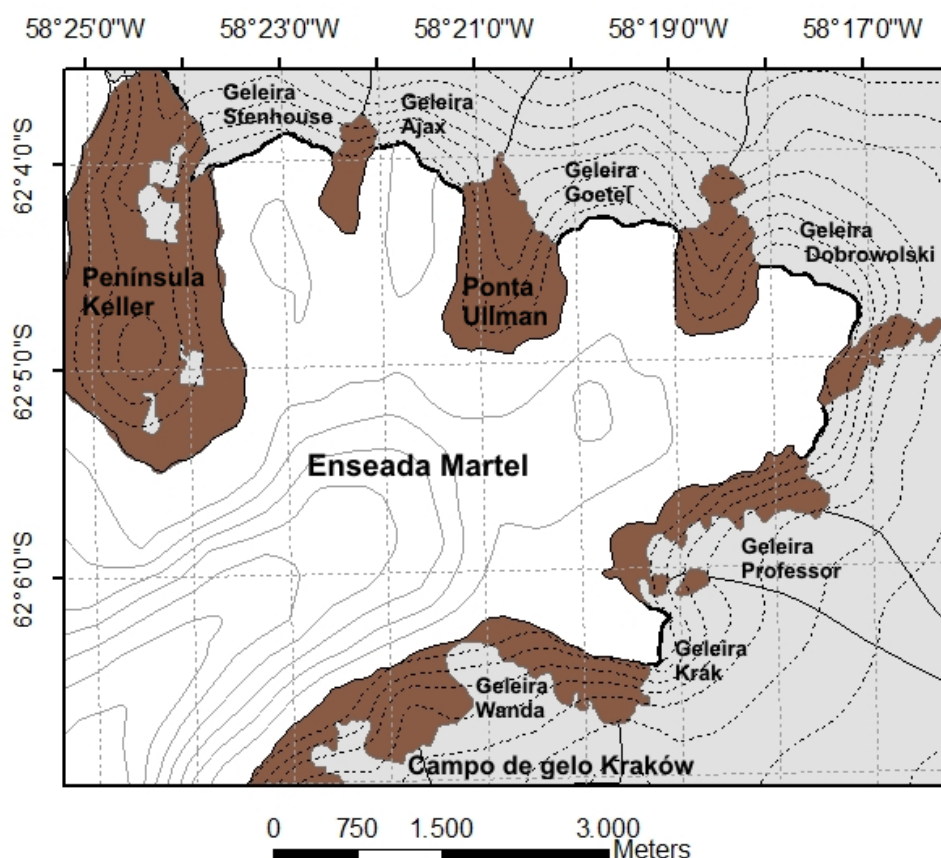


Figura 2. Geleiras que drenam para a enseada Martel.

2. Pressupostos Teóricos

No contexto de mudanças ambientais globais, as geleiras localizadas na região da Península Antártica representam indicadores sensíveis à variabilidade climática (Zemp *et al.*, 2008). Vários estudos indicam que geleiras localizadas na península Antártica têm retraído e são em muitos estudos relacionados como consequência do aquecimento regional (Oerlemans, 1994; Zemp *et al.*, 2008). Estes processos têm sido evidenciados também em geleiras na ilha Rei George desde 1956 (Bremer, 1998; Park *et al.*, 1998; Simões *et al.*, 1999; Arigony-Neto, 2000; Braun e Gossmann, 2002, Rosa *et al.*, 2009, 2010, 2011).

Com o processo de retração, muitas geleiras têm apresentado diminuição da estocagem hídrica pela transferência de maiores intensidades de aporte de água de degelo para o ambiente marinho, podendo provocar alterações no comportamento da circulação oceânica regional.

Como consequência, aumenta a preocupação entre os pesquisadores de tentar entender a dinâmica das geleiras subpolares em condições marítimas em reflexo à tendência de aquecimento regional. Também se torna relevante monitorar diversos processos que podem revelar alterações nestes ambientes, tais como a dinâmica sedimentar e hidrológica das geleiras e as suas interligações existentes, a nível local, com o ambiente proglacial e glaciomarinho. De acordo com Pichmaier *et al.*

(2004), essas alterações relacionadas a deglaciação geram mudanças significativas na dinâmica sedimentar da enseada, e assim, para o ecossistema marinho que habita estes ambientes.

A concentração dos sedimentos em suspensão (SSC - Suspended Sediment Concentration) é um dos parâmetros oceanográficos mais importantes em ambientes glaciais, pois a sua distribuição espacial e a sua variabilidade temporal podem ser usadas para inferir a variabilidade dos processos de ablação das geleiras e produção sedimentar, devido à sensibilidade de resposta destas à descarga de água de degelo pelas geleiras.

3. Metodologia de Trabalho

O monitoramento da variabilidade da produção sedimentar e processos de erosão da geleira Wanda foi realizado através de medidas diárias, em campo durante duas estações de verão de 2010 e 2011, da descarga de água de degelo e da descarga sólida em canais de ablação presentes no ambiente proglacial da geleira. Estas atividades foram desenvolvidas durante atividades de campo correspondentes às Operantar XXVIII e de XXIX. Os dados foram relacionados às condições meteorológicas do período das atividades de campo (dados obtidos pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - na Estação Comandante Ferraz - Ilha Rei George, 62° 05' 07" S; 58° 23' 33" W).

Se o transporte sedimentar é considerado regulado apenas pelo fluxo de água de degelo atualmente, a descarga de sedimentos em canais proglaciais reflete adequadamente o transporte sedimentar pela geleira (Rubin e Topping, 2001; Morehead *et al*, 2003).

A fotointerpretação de fotografias aéreas possibilitou o mapeamento de canais de água de degelo na área proglacial da geleira Wanda, os quais transportam sedimentos para o ambiente da enseada Martel.

O processamento das amostras para determinar a concentração de sedimentos em suspensão foi efetuado através da utilização de um equipamento de filtragem disponibilizado pelo CECO (Centro de Estudos Costeiros e Oceanográficos).

As características da drenagem glacial, o regime termal e as características do contado base-substrato da geleira Wanda foram inferidas por dados obtidos pela interpretação dos perfis longitudinais e transversais de GPR Geophysical Survey Systems Inc. (GSSI) SIR System control com uma antena de 100 MHz (equipamento fornecido pelo Laboratório de Geografia Física, UFF).

4. Resultados e Discussão

Canais de água de degelo são criados subglacialmente, marginalmente a geleira ou proglacialmente e é importante distingui-los devido a sua informação ser de relevância paleoglaciológica. Canais bem definidos subglacialmente informam a presença de gelo de base termal úmida e a direção de declive em função da topografia. Canais marginais ao gelo são formados em posições onde a borda da

geleira encontra declives. Canais laterais registram a forma da margem da geleira. A distinção destas formas foi possível com dados de Sensoriamento Remoto.

A maioria das áreas livres de gelo da ilha possui lagos e lagoas de água de degelo e canais que conectam esses até a enseada. Esses lagos e lagoas formam-se principalmente próximo as margens frontais das geleiras com terminação terrestre.

A interpretação dos perfis de GPR indicam processos de ablação subglacial, com a presença de uma rede de drenagem interconectada com a superfície da geleira Wanda. Supraglacial ablation and glaciofluvial processes are observed in the Wanda Glacier.

A geleira Wanda (Figura 3 e 4) apresentou grande aporte sedimentar derivado dos processos de erosão e deposição glacial. A produção sedimentar glacial na geleira, resultante da ação erosiva e do transporte sedimentar, varia em função de um conjunto de fatores, entre eles o grau de retração glacial e o seu regimes termiais.

Diante dos processos de retração das geleiras na área de estudo observa-se uma maior produção de sedimentos entre o período observado (Janeiro-Fevereiro de 2010 e 2011). No entanto, constata-se uma considerável flutuação temporal da SSC em virtude das condições meteorológicas. Os dias de maior concentração (66,40 mg/L) estão relacionados com dias de precipitação líquida e temperaturas positivas.

Dados hidrológicos obtidos em coletas em canais de degelo provenientes da geleira Wanda durante os meses de janeiro e fevereiro de 2010 e 2011 indicam que a correlação dos dados de descarga de água de degelo subglacial com sedimentos em suspensão varia fortemente durante a estação de degelo e representa uma fração do total da descarga de sedimentos para a enseada Martel.

Medidas da SSC em canais de água de degelo subglacial, presentes na área proglacial da geleira Wanda, demonstram a provável predominância da origem subglacial dos sedimentos em suspensão da baía. Indicando, assim, grande fluxo de água de degelo basal e descarga sólida em geleiras registradas como em processo acelerado e contínuo processo de retração.

Maiores SSC de origem subglacial podem estar relacionadas a uma efetiva taxa de remoção do produto erosivo devido a intensos fluxos de água de degelo destas geleiras providenciando, assim, indicativos da erosão glacial, a qual está relacionada com o grau de deslizamento basal, ou seja, com a proporção de água de degelo subglacial e também com a precipitação local.

A produção sedimentar também evidencia um regime termal basal úmido. Constata-se uma considerável flutuação temporal do volume de sedimentos em suspensão sendo transportados em virtude das condições meteorológicas. Os dados de correlação da descarga da água de degelo e sedimentos demonstram o controle sazonal, de acordo com as condições meteorológicas e refletem os processos erosivos acelerados relacionados às mudanças ambientais nas condições dinâmicas das geleiras.

Medidas da concentração de sedimentos em suspensão em canais de água de degelo subglaciais, presentes na área proglacial da geleira Wanda, demonstram a provável predominância da origem subglacial dos sedimentos. Os sedimentos em suspensão nos canais de água de ablação são produzidos pela ação erosiva subglacial das geleiras e são transportados por um provável eficiente sistema de

drenagem subglacial, podendo evidenciar um regime termal basal úmido (próximo ao ponto de fusão sob pressão) para as geleiras da enseada Martel. Os resultados possibilitaram obter indicadores da elevação do fluxo de água de degelo e erosão glacial, a quais encontram-se em processo acelerado e contínuo de retração e diminuição de sua espessura.

Os sedimentos produzidos pela geleira são consequência do processo de erosão e transporte sedimentar glacial e relacionado com as condições do sistema de drenagem subglacial desenvolvido e interconectado com o sistema englacial e supraglacial, apontando um regime termal basal úmido para estas geleiras (próximo ao ponto de fusão sob pressão).



Figura 3 – Geleira Wanda (Fotografia obtida em Janeiro de 2011).

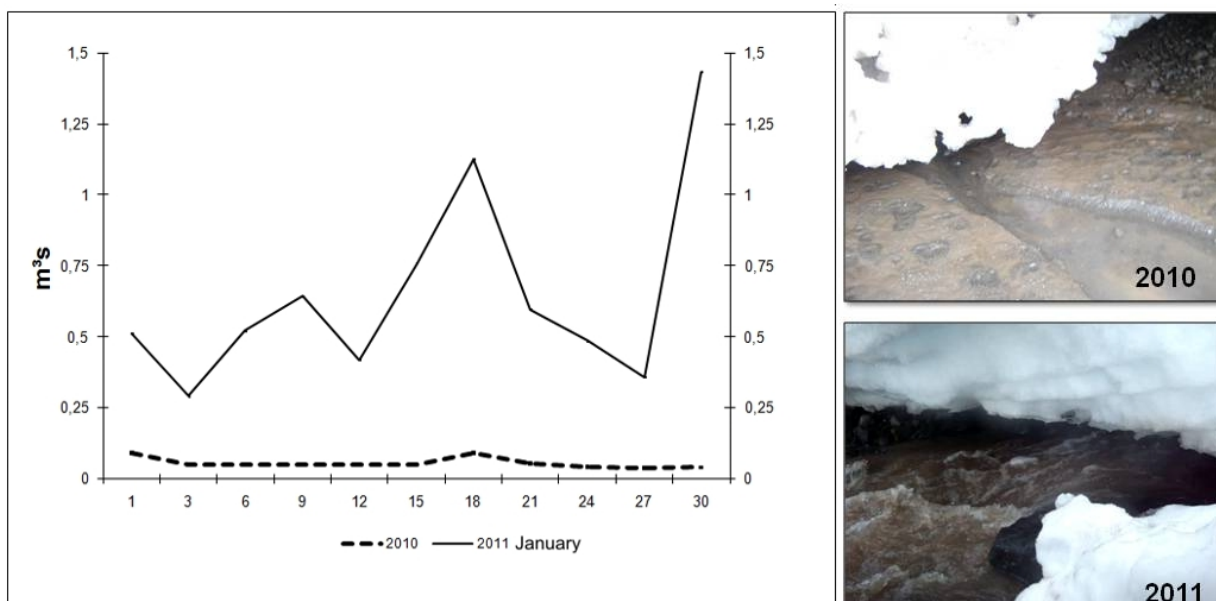


Figura 4 – Comparação da carga de sedimentos em suspensão entre os meses de janeiro de 2010 e 2011 em um canal de ablação na parte frontal da geleira Wanda.

5. Conclusões

A produção sedimentar também evidencia um regime termal basal úmido e destaca-se uma considerável flutuação temporal do volume de sedimentos em suspensão sendo transportados em virtude das condições meteorológicas. Os dados de correlação da descarga da água de degelo e sedimentos demonstram o controle sazonal, de acordo com as condições meteorológicas e refletem os processos erosivos acelerados relacionados às mudanças ambientais nas condições dinâmicas das geleiras. Medidas da concentração de sedimentos em suspensão em canais de água de degelo subglaciais, presentes na área proglacial da geleira Wanda, demonstram a provável predominância da origem subglacial dos sedimentos. Os sedimentos em suspensão nos canais de água de ablação são produzidos pela ação erosiva subglacial das geleiras e são transportados por um provável eficiente sistema de drenagem subglacial, podendo evidenciar um regime termal basal úmido (próximo ao ponto de fusão sob pressão) para as geleiras da enseada Martel. Os resultados possibilitaram obter indicadores da elevação do fluxo de água de degelo e erosão glacial, a quais encontram-se em processo acelerado e contínuo de retração e diminuição de sua espessura.

6. Agradecimentos

O presente trabalho teve apoio do INCT da Criosfera, CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Proantar (Programa Antártico Brasileiro).

Referências Bibliográficas

- 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.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de mestrado. 2001. 84 p.
- Braun, M.; Goßmann, H. Glacial changes in the area of Admiralty Bay and Potter Cove, King George Island, Antarctica. In: Beyer, M. & Boelter M. (ed.): **GeoEcology of Terrestrial Antarctic Oases**, Springer Verlag, p. 75-89, 2002.
- Bremer, U.F. **Morfologia e Bacias de Drenagem da Cobertura de Gelo da ilha Rei George, Antártica.** Dissertação (Sensoriamento Remoto) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1998. 117p.
- Drewry, D. **Glacial Geologic Processes.** Londres: Edward Arnold, 1986. 276 p.
- Moll, A.; Braun, M. Determination of glacier velocities on King George Island (Antarctica) by DINSAR. **Geoscience and Remote Sensing Symposium.** IGARSS 2006. IEEE International Conference. p. 1236 -1239. 2006.
- Morehead, M. D.; Syvitski, J. P.; Hutton, E. W. H.; Peckham, S. D. Modeling the temporal variability in the flux of sediment from ungauged river basins, **Global Planet. Change**, v. 39, p. 95 - 110. 2003.
- Oerlemans, J. Quantifying global warming from the retreat of glaciers. **Science.** New Series, v. 264, n. 5156, p. 243-245, 1994.
- Park, B.K.; Chang, S.K.; Yoon, H.I.; Chung, H. Recent retreat of ice cliffs, King George Island, South Shetland Islands, Antarctic Peninsula. **Annals of Glaciology**, v. 27, p. 633-635, 1998.
- Pilchmaier, M.; Aquino, F.E.; Silva, C.S.D.; Braun, M. Suspended sediments in admiralty Bay, King George Island (Antarctica). **Pesquisa Antártica Brasileira**, v. 4, pp. 77 - 85. 2004.
- Rosa, K.K.; Vieira, R.; Ferrando, F.A.; Simões, J.C. Feições sedimentológicas e geomorfológicas do ambiente de deglaciação das geleiras Wanda e Ecology, ilha Rei George, Antártica. **Pesquisas em Geociências**, v.36, p.315 - 326, 2009.
- Rosa, K.K.; Vieira, R.; Hammes, D.F.; Marqueto, L.; Simões, L.F.; Scalco, P.A.; Simões, J.C. Sediment yield and transport processes by subglacial meltwater channels - Wanda glacier, King George Island, Antarctica In: **XXXI SCAR Open Science Conference**, 2010, Buenos Aires. Abstracts XXXI SCAR. 2010.
- Rosa, K.K.; Vieira, R.; Simões, J.C. Variabilidade do Processo de Descarga de Água de Degelo Glacial para o Ambiente Glacimarinho da Enseada Martel, ilha Rei George, Antártica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.4, p.837 - 847, 2011.
- Rubin, D.M.; Topping, D.J. Quantifying the relative importance of flow regulation and grain-size regulation of suspended-sediment transport (α) and tracking changes in grain size on the bed (β), **Water Resources Research**, v. 37, n.1, p 133 – 146. 2001.
- Simões, J.C; Bremer, U.F; Aquino, F.E.; Ferron, F.A. Morphology and variations of glacial drainage basins in King George Island icefield, Antarctica. **Annals of Glaciology**, v. 29, p. 220-224, 1999.
- Zemp, M.; Roer, I.; Käab, A.; Hoelzle, M.; Paul, F.; Haeberli, W. **Global Glacier Changes: facts and figures**, UNEP, World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland, 2008. 88 p.