

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Sedimentação moderna associada à geleira de maré Lange

Francisco Eliseu Aquino

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Jefferson Cardia Simões

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Antônio Carlos Rocha-Campos

Prof. Dr. Iran Carlos Stallivieri Corrêa

Prof. Dr. Luiz José Tomazelli

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito para obtenção do Título de
Mestre em Geociências

1999

Aquino, Francisco Eliseu
Sedimentação moderna associada á geleira de maré Lange. /
Francisco Eliseu Aquino – Porto Alegre : UFRGS, 1999.
XV + 91 f. il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do
Sul. Instituto de geociências. Curso de Pós-graduação em Geociências,
Porto Alegre, RS – BR, 1999.

1. Glaciologia. 2. Geografia Física, Geleira de descarga e de maré
3. Sedimentação Glaciomarinha. 4. Ilha Rei George, Antártica.
5. Geologia marinha. I. Título.

Catálogo na Publicação
Renata Cristina Grün CRB 10/1113

Resumo

Esta dissertação investiga os processos e controles da sedimentação moderna associada à geleira de descarga e de maré Lange. Esta massa de gelo (28,3 km²) possui 9 km de eixo longitudinal e 6,5 km de extensão transversal, drenando parte do setor oeste do campo de gelo da Ilha Rei George, Shetlands do Sul, Antártica. No verão de 1995/96, realizou-se coleta de sete amostras de sedimentos de fundo, e três estações para coleta d'água, para avaliar a carga de material em suspensão à frente da Geleira Lange, na Baía do Almirantado. Análise das amostras de sedimentos permitiu identificar três classes texturais: lama com areia e cascalho; areia com lama e bloco; seixo. As maiores concentrações de material em suspensão ocorrem na superfície (>21 mg l⁻¹), até 40 m de profundidade. As investigações glaciológicas realizadas na bacia de drenagem da Lange evidenciam que a camada superior da massa de gelo está perto do ponto de fusão sob pressão, sendo classificada como subpolar marítima. Esta característica resulta na geração de grande volume d'água de degelo, que facilita o processo erosivo, bem como o aporte d'água carregada em sedimentos. O recuo de 1,38 km da frente da Geleira Lange, representando uma perda de 3,18 km² de área, entre 1956 a 1995, é concomitante à elevação da temperatura média anual para a Ilha Rei George, que revela um aquecimento de 1,08 °C, no período de 1947 a 1995. A composição dos sedimentos superficiais à frente da Lange reflete predominância do aporte da água de degelo, marcada por plumas de sedimentos, deposição direta no contato rocha-gelo e eficiente dispersão do material em suspensão pela circulação no interior do fiorde. Os processos de sedimentação são diretamente controlados pelas condições do clima subpolar da Ilha Rei George. Portanto, persistindo o aquecimento atmosférico regional, o volume d'água de derretimento e as taxas erosivas na interface gelo-rocha aumentarão.

Abstract

This dissertation investigates modern sedimentation processes and controls associated to the outlet tidewater Lange Glacier. This ice mass (28.3 km²) is 9 km long and has a maximum width of 6.5 km, it drains partially the western sector of the King George Island ice field, South Shetlands, Antarctica. In the summer of 1995/96, seven samples of sediments were collected from Admiralty Bay at the front of the Lange Glacier terminus. Three water sampling stations were also carried out to measure the concentration of suspended matter. Three textural classes were identified: sandy mud with gravel; muddy sand with cobbles; pebbles. Sediment plumes were found down to 40 m deep having concentrations greater than 21 mg l⁻¹. Glaciological investigations on the Lange Glacier drainage basin showed that at least part of the ice is at the pressure melting point. It is a subpolar maritime ice mass with a complex thermal structure. Strong summer melting occurs at the surface, great volume of water percolates down crevasses, contributing to the erosive and transport processes at the ice-rock interface. Lange Glacier retreated 1.38 km from 1956 to 1995, losing totally 3.18 km² of its area. Concomitantly, the mean annual atmospheric temperature at King George Island increased by 1.08 °C from 1947 to 1995. Recent bottom sediments deposited at the front of the Lange Glacier reflect the strong influence of the melting water volume, and result, particularly, of sediment plumes, direct deposition at the ice-rock contact and efficient dispersion of the particulate matter by the internal circulation in the Admiralty Bay fiord. The melting water volume is expected to increase if the present atmospheric regional warming is maintained, therefore, increasing the rates of the above processes and the erosion at the ice-rock interface.

Sumário

<i>Página Título</i>	<i>i</i>
<i>Frontispício</i>	<i>ii</i>
<i>Dedicatória</i>	<i>iii</i>
<i>Agradecimentos</i>	<i>iv</i>
<i>Resumo</i>	<i>vi</i>
<i>Abstract</i>	<i>vii</i>
<i>Sumário</i>	<i>viii</i>
<i>Lista de Figuras</i>	<i>xii</i>
<i>Lista de Tabelas</i>	<i>xiv</i>
<i>Lista de Abreviaturas</i>	<i>xv</i>
Capítulo 1 - INTRODUÇÃO	01
1.1 - Apresentação	01
1.2 - Objetivos	02
1.3 - A relevância da sedimentação glaciomarinha em fiordes	02
1.3.1 - Introdução.....	02
1.3.2 - Condições termais das geleiras e processos geológicos glaciais.....	04
1.4 - Antártica e a sedimentação marinha	06
1.4.1 - Características físicas gerais da Antártica.....	06
1.4.2 - Aspectos gerais da sedimentação marinha no entorno da Antártica.....	08
1.4.2.1 - Morfologia da plataforma continental.....	08
1.4.2.2 - Sedimentos modernos da plataforma continental.....	08
1.4.2.3 - Sedimentos modernos em fiordes antárticos.....	10
Capítulo 2 - A ILHA REI GEORGE	13
2.1 - A área de estudo	13
2.1.1 - Introdução.....	13
2.1.2 - Contexto geográfico: localização e características gerais	

da área de estudo.....	13
2.1.3 - Histórico da ocupação, exploração geográfica e glaciológica da Ilha Rei George.....	15
2.1.4 - Aspectos da geologia local.....	17
2.1.4.1 - Grupo Cardozo Inlet.....	20
2.1.5 - A Baía do Almirantado.....	22
2.1.5.1 - Morfologia da baía.....	22
2.1.5.2 - O ambiente marinho.....	25
2.1.5.3 - O recobrimento sedimentar da Baía do Almirantado.....	26
2.2 - O contexto climático	30
2.2.1 - O clima antártico.....	30
2.2.2 - A Península Antártica e o clima das Shetland do Sul.....	31
2.2.3 - O clima na Ilha Rei George.....	33
2.2.3.1 - O microclima no fiorde.....	34
2.2.3.2 - Tendência de aquecimento na Ilha Rei George.....	35
 Capítulo 3 - A GLACIOLOGIA DA ILHA REI GEORGE	 36
 3.1 - Introdução	 36
3.2 - A cobertura de gelo da Ilha Rei George	36
3.2.1 - Morfologia glacial.....	36
3.2.2 - Espessura do gelo – radioecossondagem da Ilha Rei George.....	37
3.2.3 - Estrutura termal.....	39
3.3 - A drenagem glacial na Baía do Almirantado	40
3.3.1 - Introdução.....	40
3.3.2 - Morfologia e dinâmica.....	40
3.3.3 - Variações na extensão das geleiras da Baía do Almirantado.....	43
3.4 - Glaciologia da Geleira Lange	43
3.4.1 - Morfologia glacial e subglacial.....	43
3.4.2 - Zonas superficiais de neve e gelo.....	47
3.4.3 - Acumulação de neve.....	48
3.4.4 - Dinâmica.....	48
3.4.5 - Variações na frente da Geleira Lange.....	50

Capítulo 4 - MÉTODOS E TÉCNICAS	53
4.1 - Introdução	53
4.2 - Amostragem: Trabalho de Campo	54
4.2.1 - Localização.....	54
4.2.2 - Equipamentos.....	54
4.2.3 - Coleta de amostras de sedimento.....	55
4.2.4 - Coleta de amostras d'água.....	56
4.3 - Análises Laboratoriais	58
4.3.1 - Introdução.....	58
4.3.2 - Métodos.....	58
4.3.2.1 - Sedimentos.....	58
4.3.2.1a - Classificação Textural.....	59
4.3.2.1b - Análise Morfoscópica.....	60
4.3.2.1c - Análise Mineralógica.....	60
4.3.2.2 - Amostras d'água: análise de carga do material em suspensão.....	61
4.3.3 - Resultados.....	62
 Capítulo 5 - A SEDIMENTAÇÃO À FRENTE DA GELEIRA LANGE	 64
5.1 - Introdução	64
5.2 - Processos de sedimentação glaciomarinha associados à frente de geleiras de maré	65
5.2.1 - O aporte da água de derretimento.....	66
5.2.2 - Icebergs e a sedimentação.....	67
5.2.3 - Processos marinhos.....	67
5.2.4 - Taxas de sedimentação.....	69
5.3 - A seqüência sedimentar à frente da Geleira Lange	69
5.4 - Um modelo de sedimentação para as geleiras de maré da Baía do Almirantado	71
5.4.1 - O modelo de sedimentação para a geleira de maré Lange.....	72

5.5 - Variabilidade climática e as características das seqüências sedimentares associadas à geleiras de maré	74
5.6 - Resumo.....	74
Capítulo 6 - CONCLUSÕES	76
6.1 - Conclusões.....	76
6.2 - Recomendações para trabalhos futuros.....	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXOS	87
Anexo A - Mapa textural da Baía do Almirantado.....	87
Anexo B - Metodologia utilizada na construção da série temporal de temperatura média mensal para a Ilha Rei George.....	88
Anexo B1 – Base de dados.....	88
Anexo B2 – Dados de temperatura.....	88

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Mapa geral da Antártica e suas principais regiões.....	07
Figura 2.1 - Mapa das Ilhas Shetland do Sul, localizando a Ilha Rei George.....	14
Figura 2.2 - Mosaico de imagens SPOT da Ilha Rei George, localizando a bacia de drenagem da Geleira Lange.....	15
Figura 2.3 - Mapa dos elementos estruturais da Ilha Rei George.....	19
Figura 2.4 - Mapa da bacia de drenagem da Geleira Lange situada sobre rochas do Grupo Cardozo Inlet.....	20
Figura 2.5 - Mapa de localização geral da Baía do Almirantado.....	23
Figura 2.6 - Bloco diagrama da Bacia da Baía do Almirantado.....	24
Figura 2.7 - Perfil sísmico N-S ao longo do eixo central da Baía do Almirantado.....	27
Figura 2.8 - Mapa de localização dos testemunhos coletados na Baía do Almirantado pelo USARP.....	28
Figura 2.9 - Descrição dos testemunhos coletados pelo USARP.....	29
Figura 2.10 - Isotermas de temperatura média anual da Península Antártica.....	32
Figura 2.11 - Séries temporais de temperatura para a Ilha Rei George e Estação Faraday.....	35
Figura 3.1 - Mosaico de imagens SPOT, limite das bacias de drenagem da Ilha Rei George.....	38
Figura 3.2 - Mapa das geleiras que drenam para o interior da Baía do Almirantado.....	41
Figura 3.3 - Vista da frente da geleira de maré Lange.....	42
Figura 3.4 - Vista aérea do terço inferior da geleira Lange.....	42
Figura 3.5 - Subcena de imagem SPOT-3, localização da Geleira Lange e arredores.....	44
Figura 3.6 - Perfis topográficos da Geleira Lange.....	45
Figura 3.7 - Mapa da topografia subglacial da bacia de drenagem da Geleira Lange.....	46
Figura 3.8 - Subcena de imagem SPOT-3, movimento superficial da Geleira Lange.....	49
Figura 3.9 - Comparação entre fotografias aéreas e imagens de satélite para identificar o recuo da frente da Geleira Lange.....	51

Figura 3.10 - Recuo da frente da Geleira Lange entre 1957 e 1995.....	52
Figura 4.1- Subcena SPOT-3, localização das amostras de sedimentos.....	55
Figura 4.2 - Subcena SPOT-3, localização das amostras de água.....	56
Figura 5.1 - Fonte de sedimentos e processos operantes em fiordes.....	65
Figura 5.2 - Modelo dos processos sedimentares modernos envolvidos na Baía do Almirantado.....	71
Figura 5.3 - Modelo dos processos sedimentares modernos envolvidos na Geleira Lange.....	73

Lista de Tabelas

Tabela 3.1 -	Posição e velocidade das estacas implantadas na Geleira Lange.....	48
Tabela 3.2 -	Áreas perdidas na geleira Lange, entre 1956 e 1995.....	50
Tabela 4.1 -	Estações de coleta de amostras de sedimentos.....	55
Tabela 4.2 -	Estações de coleta de amostras de água e profundidade.....	57
Tabela 4.3 -	Distribuição percentual das classes texturais e classificação dos sedimentos coletados.....	59
Tabela 4.4 -	Medidas determinadas pelo MDM, para as amostras maiores que 4 mm.....	59
Tabela 4.5 -	Análise morfoscóptica.....	60
Tabela 4.6 -	Concentração total do material em suspensão.....	62
Tabela B2.1 -	Equações de transferência de temperatura da Base Presidente Eduardo Frei Montalva para a Base Bellingshausen.....	89
Tabela B2.2 -	Equações de transferência de temperatura da EACF para Bellingshausen.....	90
Tabela B2.3 -	Temperaturas médias mensais da IRG no período 1947-95.....	91

Lista de Abreviaturas

BAS	<i>British Antarctic Survey</i>
CECO	Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
EACF	Estação Antártica Comandante Ferraz
FIDS	<i>Falkland Islands Dependencies Survey</i> (atual BAS)
GPS	<i>Global Positioning System</i>
ICD	<i>Ice and Climate Division</i> (subdivisão do BAS)
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IRG	Ilha Rei George
LAPAG	Laboratório de Pesquisas Antárticas e Glaciológicas
MDM	Método do Diâmetro Médio
PROANTAR	Programa Antártico Brasileiro
RES	Radioecossondagem
RN	<i>Royal Navy</i> (Marinha Real Britânica)
SECIRM	Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
SPOT	<i>Sattelite Probatoire d'Observation de la Terre</i>
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul