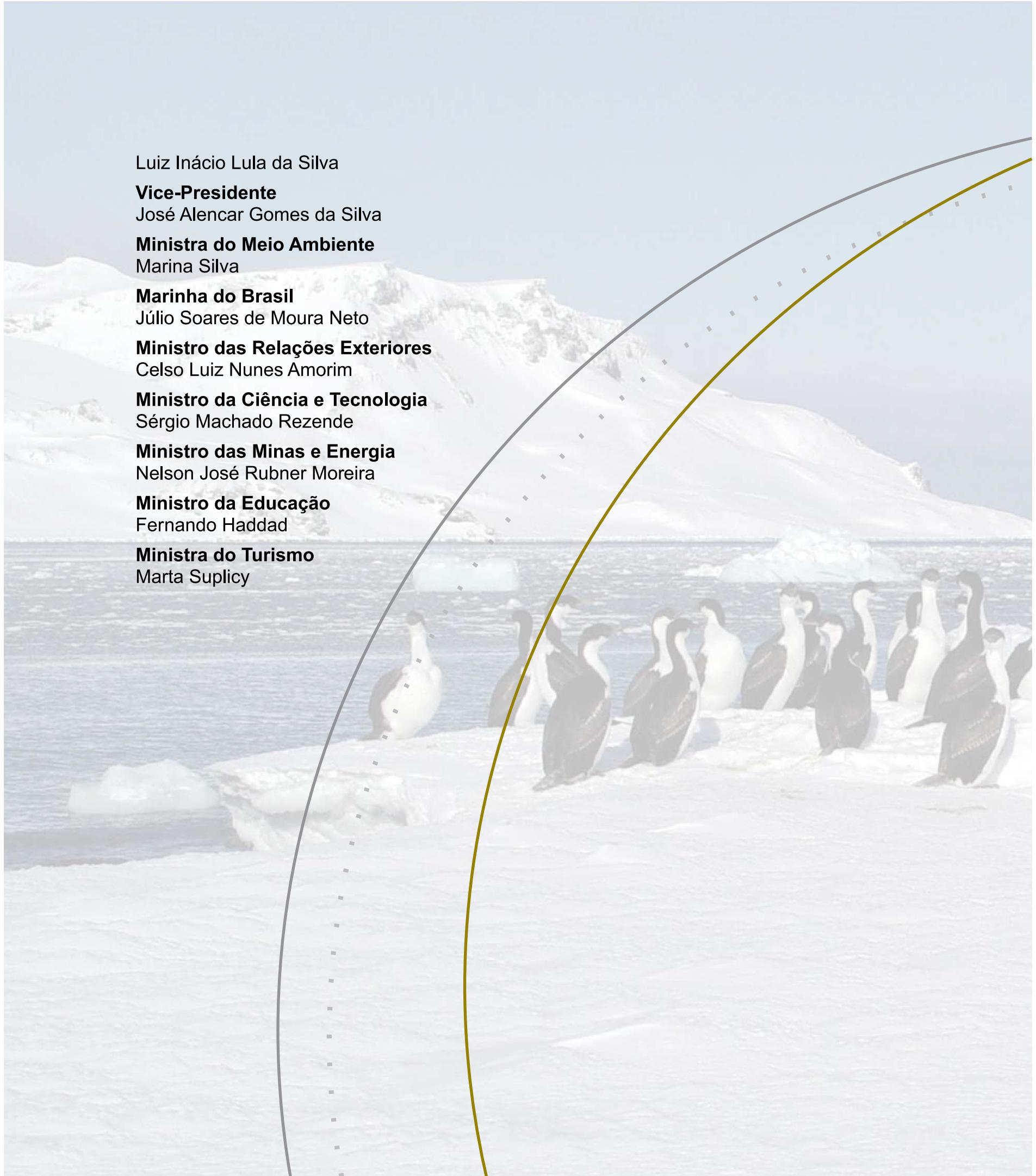


O Brasil e o Meio Ambiente Antártico





Luiz Inácio Lula da Silva

Vice-Presidente

José Alencar Gomes da Silva

Ministra do Meio Ambiente

Marina Silva

Marinha do Brasil

Júlio Soares de Moura Neto

Ministro das Relações Exteriores

Celso Luiz Nunes Amorim

Ministro da Ciência e Tecnologia

Sérgio Machado Rezende

Ministro das Minas e Energia

Nelson José Rubner Moreira

Ministro da Educação

Fernando Haddad

Ministra do Turismo

Marta Suplicy



O BRASIL E O MEIO AMBIENTE ANTÁRTICO



Catalogação na fonte

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

B823 O Brasil e o Meio Ambiente Antártico / Ministério do Meio Ambiente – Brasília: MMA, 2007
p. : il. color. ; cm.

ISBN 978-85-7738-089-3

1. Antártica. 2. Monitoramento ambiental. 3. Mudanças ambientais globais.

I. Ministério do Meio Ambiente. II. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. III. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. IV. Título.

CDU (2.ed.)502.3

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

O BRASIL E O MEIO AMBIENTE ANTÁRTICO

Brasília
2007

SECRETÁRIO - EXECUTIVO – MMA

João Paulo Ribeiro Capobianco

SECRETÁRIA DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E QUALIDADE AMBIENTAL – MMA

Thelma Krug

SECRETÁRIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS – MMA

Maria Cecília Wey de Brito

SECRETÁRIO DA COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR – SECIRM

Dilermando Ribeiro Lima

SECRETÁRIO DE POLÍTICAS E PROGRAMAS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO – MCT

Luiz Antônio Barreto de Castro

PRESIDENTE DO CONSELHO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (CNPq)

Mário Antônio Zago

COORDENADORA DE MAR E ANTÁRTICA – MCT

Maria Cordélia Soares Machado

CHEFE DA DIVISÃO DO MAR DA ANTÁRTIDA E DO ESPAÇO – DMAE/MRE

Bernardo Paranhos Velloso

PROANTAR – DMAE/MRE

Ronaldo Lima Vieira

DIRETOR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS – MMA

Ruy de Góes Leite Barros

COORDENADORA DE ENERGIA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS – MMA

Vânia Soares

COORDENADORA DO NÚCLEO DA ZONA COSTEIRA E MARINHA – MMA

Ana Paula Leite Prates

COORDENADORA AMBIENTAL DO PROGRAMA ANTÁRTICO BRASILEIRO – MMA

Tânia Aparecida Silva Brito

ANALISTA AMBIENTAL DO PROGRAMA ANTÁRTICO BRASILEIRO – MMA

Mariana de Sá Viana

COORDENAÇÃO

Tânia Brito

EDIÇÃO

Elaina Daher

EDIÇÃO DE IMAGEM

Tânia Brito

DESIGN GRÁFICO

Ângela Ester Magalhães Duarte
Alenne Felizardo da Costa Namba

FOTO CAPA

Armando Hadano

TRATAMENTO DIGITAL DE IMAGEM

Fernando Ribeiro

CATALOGAÇÃO

Helionidia Carvalho de Oliveira

Tiragem 5 mil exemplares

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
SECRETARIA DE
MUDANÇAS CLIMÁTICAS E
QUALIDADE AMBIENTAL**

Esplanada dos Ministérios,
Bloco B, 8º andar
CEP: 70068-900, Brasília-DF
Tel. (61) 3317-1020 / 3317-1507
<http://www.mma.gov.br>

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
SECRETARIA DE
BIODIVERSIDADE E FLORESTAS**

Esplanada dos Ministérios,
Bloco B, 7º andar
CEP: 70068-900, Brasília-DF
Tel. (61) 3317-1434 / 3317-1115
<http://www.mma.gov.br>

**MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA MARINHA
SECRETARIA DA COMISSÃO
INTERMINISTERIAL PARA OS
RECURSOS DO MAR**

Esplanada dos Ministérios,
Bloco N, 3º andar
CEP: 70055-900, Brasília-DF
Tel. (61) 3429-1309
<http://www.mar.mil.br>

**MINISTÉRIO DAS
RELACÕES EXTERIORES**

Palácio Itamaraty – Esplanada dos
Ministérios – Bloco H
CEP: 70170-900, Brasília-DF
<http://www.mre.gov.br>

**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA
E TECNOLOGIA
CONSELHO NACIONAL DE
CIÊNCIA E TECNOLOGIA (CNPq)**

Esplanada dos Ministérios,
Bloco E, 2º andar
CEP: 70067-900, Brasília-DF
Tel. (61)3317-7854
<http://www.mct.gov.br>

**AGRADECIMENTOS:**

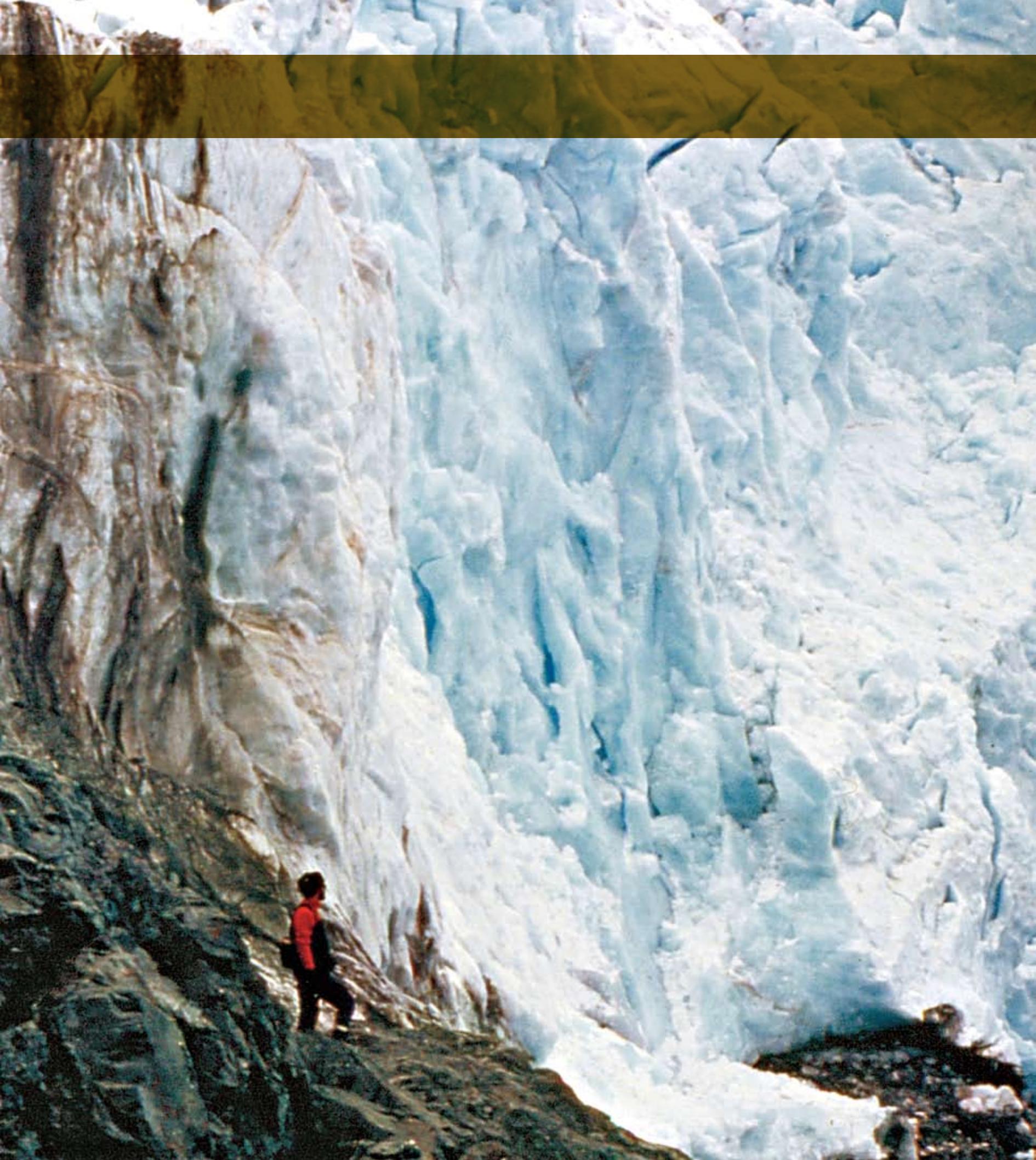
a Carmem Arroio, cuja defesa intransigente da pesquisa antártica na coordenação do Proantar no CNPq deu novo fôlego ao Programa

a Marco Caminha, que entendeu a importância desse projeto de pesquisa dentro das preocupações ambientais

a Armando Haddano, autor de grande parte das fotos desta publicação, tiradas ao longo das 19 temporadas cumpridas na Estação Antártica Comandante Ferraz – onde já permaneceu um período total de 133 meses

ao Almirante José Eduardo Borges de Sousa, que, com seu espírito desbravador, abriu portas para garantir o futuro do Programa Antártico Brasileiro

a Oiti Berbert, cujo incentivo, apoio constante e entusiasmo deram vida a este projeto.



APRESENTAÇÃO

PÁGINA 9

INICIATIVAS AMBIENTAIS BRASILEIRAS

PÁGINA 11

MUDANÇAS AMBIENTAIS GLOBAIS

Impactos ambientais globais na Antártica

PÁGINA 15

Aquecimento global na Antártica

PÁGINA 19

Interação atmosfera e gelo

PÁGINA 33

Clima impresso nas rochas

PÁGINA 35

Oceano Austral

PÁGINA 41

Buraco na camada de ozônio

PÁGINA 53

A temperatura da mesosfera e o efeito estufa

PÁGINA 59

Efeito do Sol no meio ambiente terrestre

PÁGINA 61



MONITORAMENTO AMBIENTAL DA BAÍA DO ALMIRANTADO

Monitoramento da Baía do Almirantado

PÁGINA 67

O seqüestro de carbono pelo oceano
e suas consequências

PÁGINA 71

Poluição por petróleo

PÁGINA 75

Marcadores químicos

PÁGINA 80

Microrganismos adaptados ao frio

PÁGINA 83

Qualidade da água antártica

PÁGINA 87

Comportamento das correntes na enseada Martel

PÁGINA 91

Mapa do fundo

PÁGINA 95

Animais do fundo do mar

PÁGINA 101

Efeito dos dejetos nas comunidades marinhas

PÁGINA 105

Indicadores biológicos

PÁGINA 109

Aves e pinipédios

PÁGINA 115

Flora antártica

PÁGINA 119

Solos gelados – criossolos

PÁGINA 123

Tecnologia de edificações

PÁGINA 127

Sistema de informação geográfica

PÁGINA 135





APRESENTAÇÃO

A Antártica é a região do planeta mais sensível às mudanças globais. É o termômetro da saúde do Planeta. É ali que percebemos primeiro as alterações que ele vem sofrendo. O continente antártico detém 90% do gelo e 80% da água doce da Terra e riquezas minerais incalculáveis. O vasto manto de gelo antártico é o principal sorvedouro do calor terrestre e tem um papel essencial no sistema climático global. Controla as circulações atmosférica e oceânica no Hemisfério Sul e a formação de água fria de fundo dos oceanos. Compreender como funciona a Antártica ajuda-nos a compreender como funciona o planeta e permite-nos acompanhar as mudanças que ele vem sofrendo.

Por ser guardiã da história climática do planeta, somente a Antártica pode nos fornecer dados suficientes e em resolução adequada para prever as mudanças futuras. Conhecer melhor e monitorar o meio ambiente antártico é fundamental para a construção de cenários futuros e o Brasil tem contribuído, em muito, na construção desse conhecimento. Há 25 anos, o País realiza pesquisa substancial na Antártica, tendo, por exemplo, uma das séries mais longas de monitoramento climático na região.

Por ser parte integral do sistema ambiental global, a região antártica não só exporta sinais climáticos, afetando o clima global, mas também importa sinais climáticos globais, sofrendo suas consequências. Os crimes ambientais cometidos no planeta são refletidos na Antártica, sobretudo os da América do Sul. Nos últimos anos, passou a ser também motivo de grande preocupação o impacto das atividades humanas no meio ambiente antártico. Essa preocupação concretizou-se na formulação, em 1991, do Protocolo ao Tratado da Antártica sobre Proteção ao Meio Ambiente, o Protocolo de Madri, que entrou em vigor em 1998. O monitoramento do impacto ambiental das atividades brasileiras na Antártica é um compromisso assumido pelo Governo ao ratificar o Protocolo de Madri.

O Programa Antártico Brasileiro realiza pesquisas na região desde 1983, o que proporcionou ao País a possibilidade de tornar-se membro pleno do Tratado da Antártica, que reúne um grupo seletivo de países responsáveis pelo futuro do Continente Branco. O Programa Antártico Brasileiro é resultado da soma

de esforços de diversos órgãos do governo federal, reunidos pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM). Fazem parte da comissão os Ministérios da Defesa, das Relações Exteriores, do Meio Ambiente, da Ciência e Tecnologia, das Minas e Energia, da Educação, entre outros.

Ao Ministério da Defesa cabe a responsabilidade pelo apoio logístico à realização da pesquisa. É na Marinha do Brasil que está instalada a secretaria da Cirm. É também a Marinha a responsável pela manutenção da Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz e do Navio de Apoio Oceanográfico Ary Rongel. A Aeronáutica participa com a disponibilização de aviões Hércules para o transporte de pesquisadores, equipamentos e mantimentos.

O Ministério das Minas e Energia fornece, por meio da Petrobras, todo o combustível utilizado para as travessias e para geração de energia na estação, nos refúgios e nos acampamentos onde são realizadas as investigações. O Ministério das Relações Exteriores responde pela interlocução com os demais países membros do Tratado da Antártica.

O Ministério da Ciência e Tecnologia é o responsável pelas diretrizes da pesquisa brasileira realizada no âmbito do Programa Antártico Brasileiro (Proantar) e a execução da pesquisa é de responsabilidade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Cabem ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) a avaliação e o monitoramento dos impactos causados pelas atividades brasileiras na Antártica, garantindo que seja mínimo o impacto da presença humana na região e cuidando para que a Antártica continue preservada. A partir de 2002, o MMA passou a contribuir, também, no fomento à pesquisa, com a indução do projeto ambiental Mudanças Ambientais na Antártica: impactos global e local. Esse projeto envolve duas grandes redes de pesquisa, uma com o objetivo de avaliar os efeitos das mudanças ambientais globais percebidas na Antártica e seu impacto no território brasileiro e outra para realizar diagnóstico para monitoramento ambiental da Baía do Almirantado. É o resultado do trabalho dessas duas redes que expomos aqui.



Iniciativas ambientais brasileiras

Ao ratificar o Tratado da Antártica, o Brasil assumiu compromissos internacionais que implicam o dever de realizar pesquisa científica e de preservar o meio ambiente antártico. Por ser o órgão responsável pelas políticas e diretrizes de conservação ambiental, coube ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) a atribuição de coordenar o Grupo de Avaliação Ambiental do Programa Antártico Brasileiro (GAAm/Proantar), encarregado de avaliar o impacto das atividades brasileiras no ambiente antártico, garantindo ao País o cumprimento das diretrizes estabelecidas no Protocolo ao Tratado da Antártica sobre Proteção do Meio Ambiente – Protocolo de Madri.

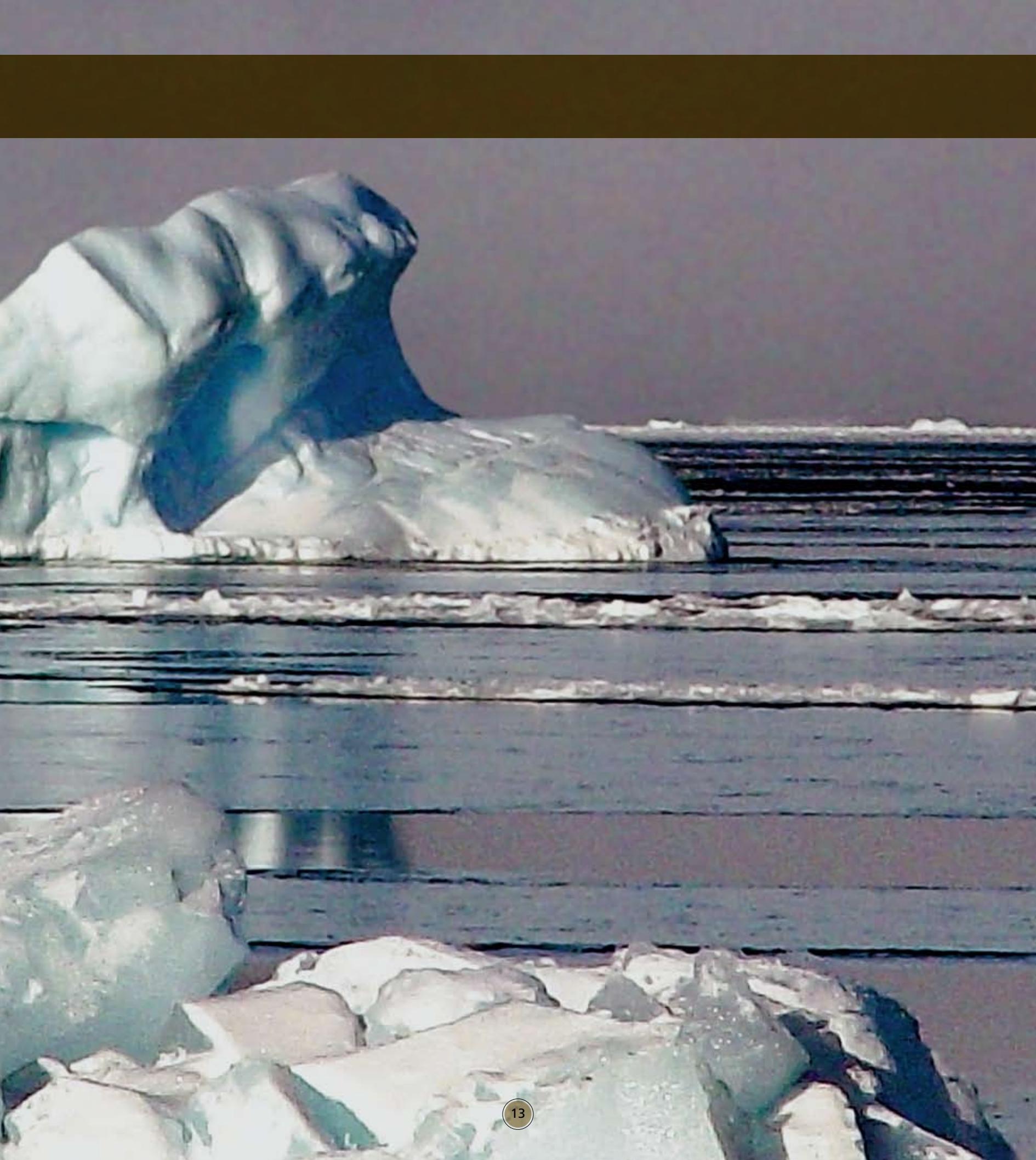
Para cumprir com esse compromisso internacional, foi induzida uma proposta de trabalho integrada, mediante a conjugação de esforços do MMA, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/MCT) e da SeCIRM, que visa à avaliação de mudanças ambientais na Antártica, seus impactos global e local. Esse projeto teve duas linhas de ação, na forma de duas redes de pesquisa: mudança ambiental global e seu impacto no território brasileiro e monitoramento dos indicadores ambientais básicos para avaliação do impacto local causado pelas atividades do Programa Antártico Brasileiro (Proantar) na Antártica.



Fotos: Armando Hadano

MUDANÇAS AMBIENTAIS GLOBAIS







Impactos ambientais globais

Rede formada por doze grupos de pesquisadores investigou os reflexos das mudanças ambientais na Antártica e as consequências que as alterações no Continente Gelado podem provocar no restante do Planeta.

O Programa Antártico Brasileiro (Proantar) tem contribuído, junto a outras nações, para uma melhor compreensão dos processos que ocorrem no Continente Antártico e seus efeitos sobre o Planeta. Para investigar aspectos relacionados às mudanças ambientais globais, uma rede de pesquisa foi formada por doze equipes de pesquisadores, reunidas em sete grupos temáticos. O intuito foi investigar os aspectos relacionados às mudanças ambientais globais, ou seja, foram pesquisados os reflexos dessas alterações percebidas na Antártica. Estiveram envolvidas no trabalho 16 instituições brasileiras, várias delas em realização conjunta com equipes de pesquisa de outras nações.

Foram feitos estudos integrados da atmosfera, do gelo, do solo e do oceano. Os resultados dessas pesquisas, em fase de consolidação, melhorarão o conhecimento sobre o papel da Antártica como um dos controladores do meio ambiente terrestre e, em especial, do meio ambiente da América do Sul.

Além do estudo da variabilidade climática passada (últimos 300 anos), esta rede monitorou parâmetros físicos, químicos e biológicos e buscou identificar as causas para a rápida alteração ambiental que tem sido verificada nos últimos vinte anos.

A Antártica é o mais perfeito laboratório natural do Planeta para estudos de mudanças ambientais, entre outras peculiaridades, pelo fato de o gelo registrar a composição atmosférica. Em camadas que se sobrepõem ano a ano, fica parte da atmosfera, que pode ser reconhecida e datada muito tempo depois. Isso possibilita o estudo da variação da composição atmosférica ao longo dos séculos e, consequentemente, da mudança climática.

Outra característica que a torna um laboratório precioso é que, por ser o ecossistema mais frágil do Planeta, a Antártica reage



Fotos: Armando Hadano

imediatamente às mudanças globais. O continente perdeu mais de 15 mil quilômetros quadrados de gelo ao longo dos últimos 15 anos. Na região da Península Antártica, foi registrado aquecimento atmosférico de mais de 3°C nos últimos 50 anos.

Mas o Continente Gelado não apenas recebe os impactos das alterações. A Antártica é um dos principais controladores do sistema climático terrestre e do nível dos mares – seu volume de gelo, 25 milhões de quilômetros cúbicos, se totalmente derretido, provocaria um aumento de 60 metros no nível médio dos mares. É na Antártica também que são formadas as águas profundas de todos os oceanos do Planeta. De que forma as mudanças provocadas ali podem se refletir no restante do Planeta: essa é uma das principais questões que os cientistas brasileiros ligados à esta rede do Proantar buscaram responder.

Um grupo de pesquisa centrou o seu estudo na Criosfera e na Troposfera (interação gelo-atmosfera), visando à identificação da variabilidade climática na região ao longo dos últimos 300 anos e ao monitoramento da resposta da calota de gelo local ao aquecimento atmosférico. Perspectiva de longo prazo será fornecida por estudos sedimentológicos e geológicos realizados nas Ilhas Shetlands do Sul.

Duas das ações do grupo foram a análise e a interpretação ambiental de um testemunho de gelo de 117 m coletado na ilha James Ross em 1998 (um esforço conjunto argentino-franco-brasileiro), que proporcionou importante elo entre os registros ambientais da Península Antártica e os da América do Sul. A coleta de amostras de aerossol e neve, em locais distintos, tem fornecido informações sobre a relação entre a composição do gelo e da atmosfera. Esse grupo visou, também, à utilização de modelos de circulação geral da atmosfera que venham a incrementar o conhecimento acerca da influência exercida pela Antártica sobre as condições meteorológicas e climatológicas da América do Sul.

Algumas investigações iniciadas com a criação das redes continuam em andamento. Uma pesquisa oceanográfica multidisciplinar se dedica ao monitoramento de parâmetros ambientais bióticos e abióticos do Oceano Austral e seus reflexos no Atlântico Sul. Estão sendo investigadas a taxa de formação das águas profundas, geradas no mar de Weddell, e sua exportação para o Atlântico Sul, bem como a circulação superficial no Oceano Austral. O papel dos oceanos no ciclo global do carbono e a resposta do ecossistema às mudanças ambientais globais poderão

ser esclarecidos por meio do conhecimento do plâncton e da estrutura trófica do ecossistema pelágico antártico.

Complementarmente, a caracterização dos padrões de distribuição e a obtenção de dados de abundância de mamíferos marinhos e sua correlação com parâmetros bióticos e abióticos possivelmente permitirão, em médio ou longo prazo, obter parâmetros referenciais para o monitoramento das tendências e das oscilações na abundância e nos padrões de distribuição tanto dos predadores como das presas, assim como das suas reações a mudanças ambientais.

Na área das Ciências da Atmosfera está sendo dada continuidade ao monitoramento de longo prazo do ozônio estratosférico e das radiações UV-B na Antártica e no extremo sul da América do Sul (Punta Arenas), associado a estudos similares no Brasil. São realizadas, também, medições de concentrações de NO₂. Outro monitoramento de longo prazo que vem sendo realizado é o da temperatura da Mesosfera, voltado para o desenvolvimento de um índice de aquecimento global atmosférico. Os cientistas brasileiros estão, ainda, pesquisando o Tempo Espacial, baseados em observações feitas na Antártica e focados em questões como a função das variações da radiação solar em vários comprimentos de onda, como por exemplo, a radiação infravermelha e UV na atmosfera, bem como nas interações dos raios cósmicos com a cobertura de nuvens da região.







Aquecimento global na Antártica

Grupo multidisciplinar e pluriinstitucional formado por três equipes de pesquisadores que realizou estudos sobre clima antártico.

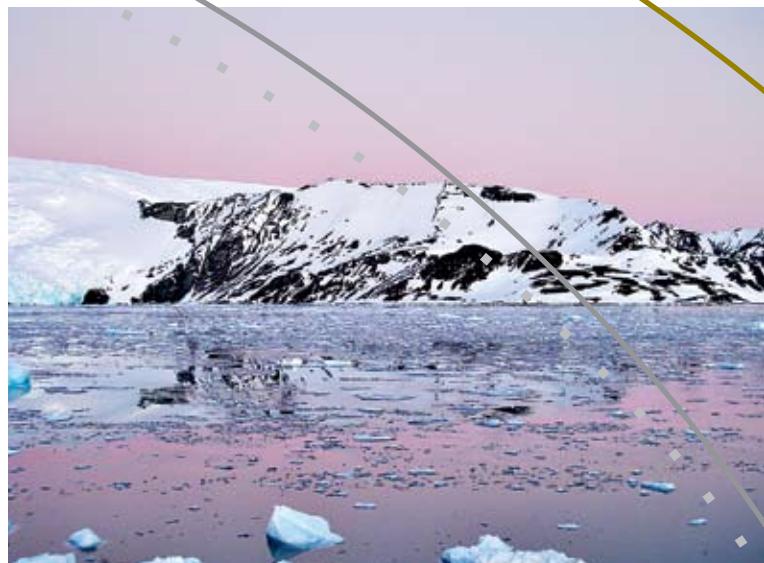
Criosfera é todo o gelo do Planeta que, hoje, cobre 10% da área da Terra. Há indícios concretos de que o gelo do Planeta está diminuindo. As Montanhas Rochosas, os Himalaias, os Alpes e os Andes estão perdendo suas geleiras rapidamente. E a grande questão é: o que irá acontecer com a Antártica (onde estão de 70% a 80% do gelo do Planeta). Se todo o gelo desse continente derretesse, aumentaria o nível dos mares em 60 metros e acabaria com a civilização como nós a conhecemos.

Embora essa hipótese seja totalmente fantasiosa, as previsões do Painel Intergovernamental da ONU Sobre Mudanças Climáticas estimam que, até o final deste século, o nível médio dos mares deverá aumentar de 25 cm a um metro, com o derretimento do gelo da periferia da Antártica e dos cumes de montanhas.

A reação do gelo antártico ao aquecimento global ainda não está clara. A periferia do continente, inclusive a península Antártica (onde nossos cientistas atuam), já mostra sinais de rápida desintegração e de perda de gelo, fato que pode ser comprovado por imagens obtidas pelos mais modernos satélites de investigação da Terra, como o Landsat 7 e o SPOT.

Para avaliar até que ponto as perdas de gelo na Península Antártica são decorrentes de aquecimento regional ou global e avaliar as alterações climáticas ao longo de um período maior, o grupo está interpretando testemunhos de gelo.

Foi observado, ao longo dos últimos quatro anos, que o gelo na região continuou a retrair, mas com uma velocidade mais lenta. Mais para leste, a cerca de 300 quilômetros da área de estudo dos brasileiros, a feição conhecida como Plataforma de Gelo Larsen (que é mostrada no filme *Um dia depois de amanhã*) está derretendo rapidamente. Esse talvez seja um sinal adiantado das mudanças na superfície da Terra que estão por vir.



Fotos: Armando Hadano

Um grupo – multidisciplinar e pluriinstitucional – formado por três equipes de pesquisadores estuda o clima antártico, em vários aspectos.

A equipe de Glaciologia fez um levantamento da extensão das geleiras e vem analisando testemunhos de gelo. Outra equipe, de Meteorologia, colheu dados sobre vento, temperatura, umidade e radiação nas geleiras onde esta rede operou, além de interpretar os dados meteorológicos e compará-los. Uma outra equipe investigou de que forma a alteração da trajetória dos sistemas meteorológicos influenciam o clima do Continente Sul-Americano.

O principal objetivo do Grupo Polarclima – que trabalhou integrado em coletas, análises e apuração de resultados – foi avaliar os reflexos do aquecimento global no clima da Antártica e demonstrar de que forma a região responde às variações climáticas, além de apontar as consequências que essas alterações poderão gerar em todo o Planeta e, especificamente, na América do Sul.





Registro preservado

Testemunho de gelo é uma amostra retirada do fundo de geleiras que guarda, em sua composição, o registro de como era a atmosfera em tempos passados. Isso ocorre porque a neve, ao se precipitar, carrega consigo as características da composição química da atmosfera daquele momento no qual ela se formou: sujeira, sais, poeira, cinza de vulcões, poluentes. Na Antártica, essa neve não derrete e as camadas vão se sobrepondo ao longo do tempo. Fica, assim, registrada essa memória nas camadas de neve.

Uma geleira é resultado da precipitação de neve acumulada ao longo de milhares de anos. Na Antártica, elas atingem quase cinco quilômetros de espessura. Cada camada representa um ano. Com base nesse conhecimento, os cientistas perfuram a geleira, tiraram uma amostra da

coluna de gelo e fazem uma série de análises químicas para, dessa forma, conhecer a atmosfera no passado.

Ao interpretar esses testemunhos retirados na Antártica e juntar com o registro da América do Sul, será possível saber o que ocorreu no clima do Brasil. Com o conhecimento do quadro da evolução do clima nos últimos mil anos torna-se possível identificar o que é mudança natural e o que é mudança provocada por ação humana. Dessa forma, podem ser feitas previsões climáticas confiáveis para longos períodos.

Os resultados recentes da equipe brasileira indicam rápido aquecimento da região onde encontra-se a estação Comandante Ferraz desde meados do século XIX. Apesar da intensidade desse aquecimento ter passado por uma redução nos últimos cinco anos, ainda não está claro o que ocorrerá na próxima década.



Jefferson Simões



Projeto:

Glaciologia

Coordenador:

Jefferson Cardia Simões – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Fone: (51) 3316-7327 ou 3316-6341

Fax: (51) 3316-7324

E-mail: jefferson.simoes@ufrgs.br



Fotos: Jefferson Simões







Variações climáticas regionais

A Antártica é o continente mais frio do Planeta. A temperatura, maior no litoral e menor na região central é, de modo geral, bastante baixa: na época mais quente do ano varia de 0°C a -40°C à medida que se distancia do litoral. No inverno, a média é de -68°C no interior, onde foi registrada a menor temperatura do Planeta: -89.2°C, na Estação Russa Vostok. Na costa, a média, no inverno, varia entre -6°C a -29°C.

A costa norte da Península Antártica é a região mais quente da Antártica. A Ilha Rei George, onde se localiza a Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz, está nessa região do Planeta que é uma das mais sensíveis às variações climáticas naturais.

Registros meteorológicos indicam rápido aumento na temperatura atmosférica local ao longo dos últimos 50 anos, quatro vezes maior que a média mundial. Associado a esse aquecimento regional, a ilha perdeu 7% da cobertura de gelo no período. As maiores perdas do gelo já observadas no Planeta, com destruição de mais de 15 mil quilômetros quadrados, ocorreram nos últimos dez anos, a 350 quilômetros da Ilha Rei George, na plataforma de gelo Larsen, na costa leste da península. Essas observações apontam para a sensibilidade ambiental da região, sendo esta uma área especial onde é possível detectar antecipadamente possíveis respostas do ambiente do Planeta às mudanças globais.

A equipe de Meteorologia deu prosseguimento ao trabalho realizado desde 1985 com o objetivo de caracterizar condições e variações da circulação troposférica na área norte da Península Antártica e buscar relações entre essa circulação atmosférica e alterações ambientais regionais observadas na região e também na América do Sul.

Durante os três anos de atuação conjunta com outros grupos de pesquisa, a equipe alcançou realizações científicas inéditas na literatura, dentre as quais podemos citar a identificação do fenômeno da circulação troposférica do centro da América do Sul para o norte da Península Antártica, no sentido



norte-sul, que causa elevação de temperaturas no norte da Península Antártica e transporta emissões de queimadas para a região. Esse fenômeno explica o mecanismo de contaminação da Troposfera e da precipitação no norte da península, bem como o transporte de pólenes, microrganismos e pequenos insetos para a Antártica.

Outro enfoque relevante da pesquisa é o fenômeno da circulação troposférica do norte dos Mares de Weddell e Bellingshausen, na costa da Antártica, para o sudeste e o sul do Brasil, no sentido sul-norte. Essas massas causam redução de temperatura e aumento de precipitação, principalmente nas regiões costeiras. Em particular, a saída de ar frio do Mar de Weddell é a mais comum e pronunciada, escoando em um corredor meridional até as latitudes tropicais. Esse fenômeno determina variações climáticas regionais, como, por exemplo, a ocorrida no verão de 2004, o mais frio dos últimos 40 anos no sudeste do Brasil.

Foi identificada, também, a relação entre as anomalias de temperatura no Sul e no Sudeste do Brasil em relação à posição da corrente de jato subpolar.

Essa relação é particularmente relevante, pois se supõe que as correntes de jato planetárias estão sendo afetadas pela atual variabilidade climática e, nesse contexto, os efeitos no sul e no sudeste do País serão os que a equipe de Meteorologia identificou.

Outro fator observado foi a tendência de redução da temperatura média do ar no Norte da Península Antártica entre 1998 e 2005, em contraposição ao padrão de aquecimento das últimas décadas. Essa condição implica a necessidade de serem revistos os atuais modelos de previsão climática, uma vez que não conseguiram prever esse resfriamento, que já dura nove anos.

Constatou-se que as variações de temperatura na região do norte da Península Antártica resultam não de aquecimento ou resfriamento regional, mas sim de mudança da origem das massas de ar que migram pela região na baixa Troposfera. Por exemplo, períodos mais quentes ocorreram com mais ventos de oeste a norte, e períodos mais frios, com mais ventos de leste a sudoeste. A implicação dessa condição é que a variabilidade climática nas últimas décadas no Norte da península não decorre de um padrão tipo “efeito estufa”.

Essas constatações foram publicadas em revistas e/ou em reuniões científicas (textos disponíveis na página http://www.cptec.inpe.br/prod_antartica/biblia/public_proj.pdf).

A equipe de meteorologia mantém instrumentos e sistemas de coleta automática de dados e imagens de satélites na Estação Antártica Comandante Ferraz, permitindo assim a continuidade da série de 20 anos de dados do local. Foram instalados novos sensores meteorológicos na estação, como o sensor sônico de vento e o novo sensor de umidade relativa, que estão gerando medidas mais confiáveis. Foi reinstalada, em dezembro de 2005, a estação automática na Ilha Joinville, que transmite dados automaticamente por satélites para a rede da Organização Meteorológica Mundial.

O serviço de meteorologia é fundamental para outras atividades de pesquisa, pois é indispensável para previsão de saídas a campo, a pé e em bote, na área da estação. Outro apoio a diversos projetos científicos do Proantar se deu com a coleta de dados meteorológicos específicos para experimentos e com a interpretação de resultados diversos.

Projeto:

Meteorologia na EACF

Coordenador:

Alberto Setzer – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE/MCT)

Fone: (12) 3945-6464 ou 3945-6652

Fax: (12) 3945-6652

E-mail: asetzer@cptec.inpe.br

<http://www.cptec.inpe.br/antartica>

Colaboradores

Técnico Heber Reis Passos

BSc. Marcelo Romão de Oliveira

BSc. Flávio G.G. Amaral

BSc. Marilene A.Silva

MSc. Francisco Eliseu Aquino



O túnel das frentes frias

O contraste entre a temperatura bastante fria dos pólos e as altas temperaturas das regiões tropicais faz que sejam gerados ventos e ondas na atmosfera. Na alta atmosfera esses ventos são maiores e mais fortes que aqueles percebidos nos níveis mais baixos e são chamados de *correntes de jato*.

No Hemisfério Sul, o gelo que cobre a Antártica, em contraste com as águas mais quentes ao seu redor, cria uma diferença de temperatura que favorece a geração de ciclones atmosféricos que, eventualmente, irão gerar as frentes frias. Essas regiões de intensos sistemas meteorológicos possuem caminhos preferenciais de propagação, que são chamados pelos meteorologistas como *caminho das trajetórias das tempestades*.

No inverno antártico, a cobertura de gelo ao redor do continente torna-se muito mais extensa. Essa variação provoca o aumento da intensidade dos ventos na alta e na baixa atmosfera e pode alterar também a trajetória das frentes frias.

A equipe de cientistas dedicada a estudar as correntes de jato investigou de que forma a alteração da trajetória dos sistemas meteorológicos influencia o clima do Continente Sul-Americano. Trajetórias diferentes podem causar maior ou menor impacto, por isso foi realizado estudo observational e de modelagem numérica, na expectativa de prever as mudanças nas trajetórias das frentes frias.

Os resultados preliminares obtidos ao longo do projeto indicaram que a variabilidade interanual da extensão da

capa de gelo em volta do Continente Antártico modifica a trajetória dos ciclones extratropicais, fazendo que sua propagação seja mais ao Sul ou ao Norte, dependendo de sua intensidade. Existem indicações também de que essa mudança no posicionamento da passagem dos ciclones afeta o número de sistemas que invadem o Continente Sul-Americano, afetando assim seu clima durante o inverno e mesmo nas estações de transição, ou seja, outono e primavera.

Os dados da circulação atmosférica do passado são recuperados pela equipe de Glaciologia. Os registros de satélites e estações meteorológicas que operam ao redor da Antártica fornecem dados sobre o comportamento do clima em décadas mais recentes. A comparação do comportamento em passado distante, no passado recente e na atualidade confere mais robustez à pesquisa. A análise das circulações atmosféricas no passado poderá auxiliar a compreensão das mudanças climáticas futuras.

Projeto:

Trajetórias dos sistemas meteorológicos

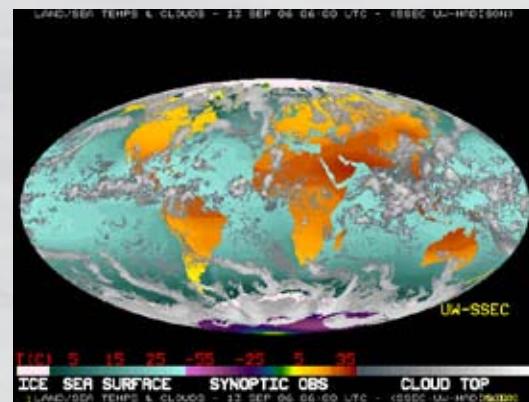
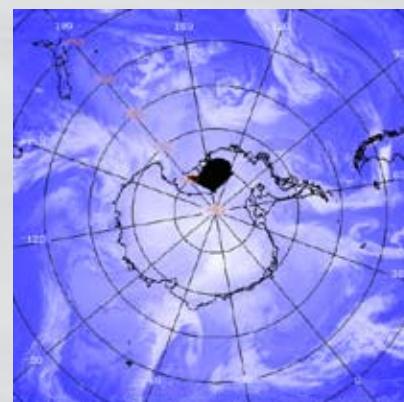
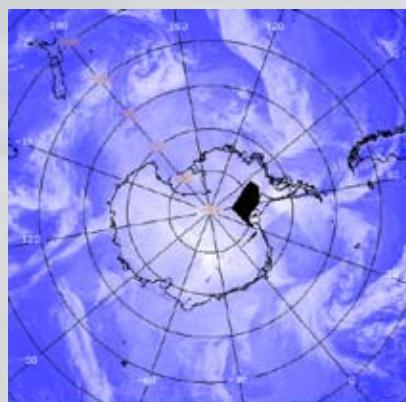
Coordenador:

Tércio Ambrizzi – Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo – IAG/USP

Fone: (11) 3091-4731

Fax: (11) 3091-4714

E-mail: ambrizzi@model.iag.usp.br



Polarclima – Variabilidade Ambiental na Antártica Setentrional
e no Oceano Circumpolar

Inclui:

- Projeto de Glaciologia
- Projeto de Meteorologia
- Projeto de trajetórias dos sistemas meteorológicos

Equipe:

Dr. Jefferson Cardia Simões – UFRGS
Dr. Alberto Waingort Setzer – INPE
Dr. Tércio Ambrizzi – IAG/USP
Dr^a. Ilana Elazari Klein Coaracy Wainer – USP
Dr. Jandyr de Menezes Travassos – Observatório Nacional/MCT
Dr. Francisco Adolfo Ferron – UFRGS
Dr. Robert J. Delmas – Laboratório de Glaciologia e Geofísica
do Meio Ambiente – Grenoble, França
Dr^a. Barbara Delmonte – Universidade de Milão, Itália
Dr. Jean-Robert Petit – Laboratório de Glaciologia e Geofísica
do Meio Ambiente – Grenoble, França
Dr. Jean Jouzel – Laboratório de Ciências do Clima e do Meio
Ambiente, Scalay, França
Dr. Alberto Aristarain – Laboratório de Estratigrafia de Geleiras
e Geoquímica da Água e da Neve, Mendoza, Argentina
Dr. Gino Cassasa – Centro de Estudos Científicos de Valdívia, Chile
Dr^a. Rosemary Vieira – UFRGS
Dr. Hermann Gossmann – Universidade de Freiburg, Alemanha
Dr. Helmut Saurer – Universidade de Freiburg, Alemanha

Dr^a. Iracema Fonseca de A. Cavalcanti – INPE

Dr. Ricardo de Camargo – USP

Dr. Christiano Brum Garnett – INPE

MSc. Jorge Arigony Neto – UFRGS e Universidade de Freiburg, Alemanha

MSc. Francisco Eliseu Aquino – UFRGS

MSc. Ronaldo Torma Bernardo – UFRGS

MSc. Charlote Santos da Silva – UFRGS

MSc. Claudio Duarte Beck – UFRGS

MSc. Maria Angela Reis dos Santos – UFRGS

MSc. Ulisses Franz Bremer – UFRGS

Técnico Leandro Bernsmüller – UFRGS

Técnico Siclério Ahlert – UFRGS e Universidade de Caxias do Sul

MSc. Heloisa Helena de Castro Barboza – UFRGS

BSc. Flávio Amaral Guilherme – INPE

BSc. Marcelo Romão – INPE

BSc. Ricardo Burgo Braga – UFRGS

BSc. Vagner da Silva Duarte – FURG

BSc. Candida de Freitas Dewes – UFRGS e USP

BSc. Luis Fernando Magalhães Reis – UFRGS

BSc. Fernando Mews – UFRGS

BSc. Rafael R. Ribeiro – UFRGS

BSc. Vera Maria Meirelles da Silva – UFRGS

BSc. Daniel Constantino Zacharias – USP

BSc. Francisco Tomazzoni – USP

Técnico Heber Reis Passos – INPE

Graduando Ildo Parnow – UFRGS



Interação atmosfera e gelo

Cientistas investigam, por meio de registro no gelo da Antártica, como a circulação atmosférica transporta partículas para todo o Planeta.

O depósito glacial da Antártica, que teve origem há mais de 25 milhões de anos, constitui um reservatório de alto grau de preservação dos depósitos atmosféricos, onde partículas e compostos gasosos precipitam-se e são absorvidos em sua superfície, ao longo dos séculos. Dessa forma, o gelo da calota polar antártica é considerado como uma das melhores matrizes para estudos paleoclimáticos e paleoambientais de todo o globo terrestre.

Um grupo estuda a baixa atmosfera antártica e o registro glacial dos testemunhos de gelo, identificando o impacto global da atividade humana nos continentes, tais como a poluição industrial e urbana, os processos de queimada e os vestígios dos testes atômicos realizados a céu aberto nos Hemisférios Sul e Norte. Soma-se a isso o estudo da variabilidade do gelo marinho em torno da Antártica (diretamente associada à frequência de frentes frias que atingem o Brasil) e a atividade biológica no Atlântico Sul, responsável pela emissão de gases diretamente relacionados ao balanço geoquímico da região.

Micropartículas encontradas no gelo da Antártica estão sendo analisadas atualmente por várias técnicas que permitem a análise de sua composição elementar, sua mineralogia e sua caracterização molecular. Dessa forma, os pesquisadores estão reconstruindo a história ambiental da região e também avaliando as mudanças impostas pelas alterações ambientais ocorridas na América do Sul durante o século XX.

Devido à alta interatividade de troca de massas de ar entre a América do Sul e a Antártica, parte significativa da variabilidade ambiental do Continente Sul-Americano está registrada no manto de gelo polar, o que nos oferece uma visão mais clara das tendências e dos impactos ambientais em larga escala global.

Alguns dos avanços desenvolvidos no contexto do projeto foram o maior detalhamento dos impactos das plumas de queimadas emitidas no Brasil, que podem alcançar áreas remotas da América do Sul e até o continente antártico; a detecção das emissões de Pb na atmosfera global, principalmente durante

as décadas de 60, 70 e 80; a coleta e a identificação fenotípica de microrganismos aprisionados no gelo antártico, que têm potencialmente como subprodutos aplicações bio-tecnológicas ou servem como bioindutores de processos atmosféricos; uma alta associação entre a clorofila-a no oceano e o aporte atmosférico de aerossóis enriquecidos com Fe, a partir dos desertos da Patagônia, sobre o Atlântico Sul; o estabelecimento de nova geocronologia recente para a região, a partir da identificação dos testes nucleares realizados no Pacífico sul.

Projeto:

Identificação de Alterações Ambientais na Península Antártica Empregando-se o Estudo da Linha de Equilíbrio e a Análise de Composição Elementar em Amostras de Ar e Gelo por PDMS – Gerag

Coordenador:

Heitor Evangelista da Silva – Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais/Universidade Estadual do Rio de Janeiro (Laramg/UERJ)
Fone: (21) 2568-9664
E-mail: heitor@uerj.br ou heitor@wnetpj.com.br

Equipe:

Dr. Heitor Evangelista da Silva – UERJ
Dr. Enio Bueno Pereira – INPE
Drª. Kenya Moore de Almeida Dias da Cunha – PUC-RJ
Dr. Antônio Carlos de Freitas – UERJ
Dr. Kenny Tanisaky-Fonseca – UERJ
MSc. Marcelo Sampaio – INPE

Colaboradores:

Ricardo H. M. Godoi – UnicenP
Dorothy Koch – Center for Climate Systems Research, Columbia University and NASA-GISS
Rene Van Grieken – Department of Chemistry, Micro and Trace Analysis Centre, University of Antwerp
William Zamboni – Universidade Federal Fluminense (UFF)
Sergio Machado Correa – UERJ
Nivaor Rigozo – FAETEC
Álvaro L. Bertho – FIOCRUZ
Carlos V. Barros Leite – PUC-RJ



Clima impresso nas rochas

Cientistas investigam nas rochas como era o clima em épocas muito antigas.

Durante a Era Cenozóica, que se inicia há cerca de 65 milhões de anos atrás e se estende até o presente, muito antes do estabelecimento da glaciação que levou à formação dos atuais manto de gelo da Antártica, o Planeta passou por uma sucessão de fases de resfriamento e aquecimento, ocorridas entre as épocas Eoceno e Mioceno. Para estudar as alterações ambientais muito antigas, as rochas são a melhor alternativa, pois suas características físicas e químicas possibilitam a reconstituição ambiental.

A Ilha Rei George, hoje, está separada da Península Antártica pelo Estreito de Bransfield, mas a separação se deu há cerca de dois ou três milhões de anos. Antes disso, a ilha estava anexada ao Continente Antártico, do qual se separou em processos geodinâmicos atuantes na área. Enquanto esteve presa ao continente, a ilha sofreu a influência da evolução ambiental da Antártica como um todo.

Por meio da investigação de rochas na Ilha Rei George, grupo multidisciplinar estuda a evolução climática (paleoclimática) e ambiental (paleoambiental) da Antártica ao longo do Período Terciário. Esse projeto visa a caracterizar os eventos paleoclimáticos ocorridos em dois níveis de resolução temporal: macro (de 5 a 10 milhões de anos) e meso (de 0,1 a 1 milhão de anos), estendendo e completando, desse modo, os dados obtidos por meio da análise de testemunhos de gelo.

O comportamento da cobertura de gelo na Antártica está também registrado nos sedimentos que estão ali na Ilha Rei George. Ao longo do tempo, houve épocas de expansão e épocas de contração da calota glacial antártica, envolvendo a alternância de períodos de aquecimento e resfriamento regional. O reflexo disso fica registrado não só nos ambientes circunvizinhos à Antártica, mas no Globo como um todo.

A equipe está fazendo o mapeamento geológico das rochas para saber a fisiografia de tempos remotos: onde era o mar,

Luiz Anelli



Luiz Anelli



onde era o continente, onde eram as regiões mais próximas ou mais distantes do litoral. Com a reconstituição da geografia pretérita e das condições climáticas de então – aliadas às informações de períodos mais recentes fornecidas pela equipe de glaciologistas – será possível a reconstituição da história climática da Antártica, principalmente no intervalo Eoceno-Terciário, durante cerca de 30 milhões de anos. Esse período de tempo encerra importantes eventos geológicos que levaram ao isolamento climático da Antártica, à formação da corrente circum-antártica e do atual sistema termohalino do Oceano Austral. Nesse contexto, teve início a acumulação dos atuais mantos de gelo da Antártica Ocidental e Oriental.

O trabalho está sendo realizado de tal forma que elabore um *continuum* da história não só geológica, mas da paleoclimatologia e da paleogeografia da Antártica.

No Alasca, ocorrem sedimentos ou rochas da mesma idade dessas presentes na Ilha Rei George, ambas influenciadas por glaciação. A diferença é o contexto geológico. O estudo do que ocorreu nas condições antárticas pode compará-las aos processos geológicos que ocorreram no Alasca e, dessa forma, oferecer

melhor visualização dos processos erosivos e sedimentares glaciais associados à deposição das sucessões glaciogênicas, o que abre a possibilidade de interpretar as características paleoglaciológicas dos mantos de gelo do passado.

Outro aspecto importante para esse projeto é que, como a Antártica está em plena fase de glaciação, será possível fazer analogias e entender determinados fenômenos que ocorreram em glaciações anteriores em outros pontos do Globo, inclusive no Brasil. Há, aí, troca de informações e retroalimentação, porque a experiência adquirida no estudo dessas glaciações antigas contribui para entender mais modernas, como a da Antártica.

O interesse da equipe é unicamente científico, a pesquisa pura. Mas o conhecimento de como eram os ambientes, a paleogeografia, e de como aquela região evoluiu ao longo do tempo geológico pode ser aplicado para qualquer finalidade. Exemplo disso são a mineração e extração de petróleo. Se algum dia forem liberadas pesquisas nessa linha, o Brasil terá amplo conhecimento geológico armazenado, pronto para ser utilizado.

O projeto utiliza metodologia multidisciplinar que inclui revisão da estratigrafia das sucessões aflorantes, por meio de levantamento de seções e análise de fácies sedimentares, estudos paleontológicos de microfósseis (foraminíferos) e megafósseis (moluscos), datações radiométricas, petrografia/petrologia e geoquímica. Por essa razão, os resultados integrados das pesquisas aparecerão em mais longo prazo.

**Projeto:**

Mudanças Paleoclimáticas na Antártica durante o Cenozóico: o registro geológico terrestre – MUPA

Coordenador:

Paulo Roberto dos Santos – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP)

Fone: (11) 3091-4119

Fax: (11) 3091-4207

E-mail: dosantos@usp.br

Equipe:

Dr. Antonio Carlos Rocha-Campos – USP

Dr. José Alexandre de Jesus Perinotto – Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Dr. Luiz Eduardo Anelli – USP

Pós-graduando Gabriel Luiz Pérez Vieira – USP









Oceano Austral

O Grupo de Oceanografia de Altas Latitudes (GOAL), formado por pesquisadores de diversas instituições brasileiras, investigou o mar antártico e suas conexões com a região sul do Brasil.

Vários parâmetros ambientais e suas influências sobre a vida marinha e o clima terrestre foram investigados pelo grupo. Por exemplo, as águas profundas, oriundas da região do Mar de Weddell e sua exportação para o Atlântico Sul, bem como a circulação superficial na região do encontro da Corrente do Brasil, quente e salgada, que vai para o sul, e da Corrente das Malvinas, fria e menos salgada, que se dirige para o norte.

O papel dos oceanos no ciclo global do carbono é outro tema sob investigação. As microalgas marinhas (fitoplâncton) utilizam dióxido de carbono, disponível na água do mar, para sua fotossíntese e são, portanto, organismos importantes no controle do gás carbônico que está na atmosfera.

A região da Plataforma Argentina é considerada como grande seqüestradora de carbono da atmosfera no Hemisfério Sul. O GOAL, por meio da realização de cruzeiros nessa região, encontrou grandes concentrações de microalgas marinhas. Elas são responsáveis pela alta produção biológica regional, de peixes e lulas, inclusive com impactos na costa sul do Brasil.

O GOAL estudou, ainda, os efeitos ambientais sobre a distribuição e a abundância de cetáceos (baleias) e elefantes marinhos na região da Península Antártica. Encontrou forte relação entre abundância de baleias e fitoplâncton. A razão é simples: as baleias alimentam-se de krill, que por sua vez alimenta-se de microalgas marinhas (fitoplâncton).

O grupo estudou também os movimentos das baleias e dos elefantes marinhos por meio de rastreadores por satélites. Dessa forma, é possível monitorar a localização dos mamíferos, sua área de distribuição e seu comportamento alimentar.

Eduardo Secchi



Ricardo Burgo



Ronald Buss



Movimento das águas no Oceano Austral

Os oceanos são responsáveis pela manutenção do clima terrestre. O transporte de calor se dá da seguinte forma: o globo terrestre está permanentemente girando e recebendo radiação solar que chega, com mais intensidade, sobre as zonas equatoriais e tropicais. Há pouca insolação nas regiões polares. A energia solar absorvida, sobretudo no equador e nos trópicos, é redistribuída para o resto do planeta, no sentido equador– pólos. Esse movimento ocorre na parte superficial do mar. Nas águas adjacentes ao continente antártico, dois processos físicos ocorrem: forte esfriamento e expulsão de sais minerais no processo de formação do gelo marinho. Com isso, as águas do mar tornam-se mais frias e mais salgadas e, portanto, mais densas, e afundam, dirigindo-se para zonas equatoriais pelo fundo oceânico. Ou seja, na superfície do mar há uma circulação em direção aos pólos e, no fundo, uma circulação contrária, controlada pela temperatura (termo) e pela salinidade (halina). Esta última recebe o nome de circulação termohalina.

Pesquisadores do GOAL estudaram esses dois movimentos da água do Oceano Austral. A superficial, por meio de lançamento de bóias de superfície que emitem um sinal que, captado por satélite, determina a trajetória e a velocidade da massa d’água. Para investigar as águas de fundo, foram utilizados outros meios, com coleta de dados da temperatura, salinidade e volumes de água do mar em grandes profundidades.

Após vários anos de pesquisas na região, o GOAL concluiu que as águas de fundo do Estreito de Bransfield estão ficando mais quentes e menos salinas, provavelmente devido ao derretimento das geleiras na porção leste da Península Antártica. Esse derretimento é provocado pelo aquecimento do planeta e pode ter consequências na circulação de fundo dos oceanos e no clima do planeta.

Projeto:

Movimento das águas

Coordenador:

Carlos Alberto Eiras Garcia – Fundação Universidade do Rio Grande (FURG)

Fone: (53) 3233-6888

Fax: (53) 3233-6652

E-mail: dfsgar@furg.br



Fotos: Ronald Buss







PLÂNCTON

Conjunto de diminutos seres vivos vegetais (algas unicelulares) e animais (protozoários, pequenos crustáceos, larvas de invertebrados e de peixes etc.), que, em razão de sua pouca ou nenhuma locomoção própria, flutuam ao sabor das correntezas, desde a superfície até o fundo.

Fitoplâncton

(fito = planta, plâncton = ao sabor da correnteza)

Do ponto de vista do ecossistema, o fitoplâncton é a base das cadeias alimentares e o principal alimento do krill. Uma grande parte dos animais marinhos dependem dele, direta ou indiretamente.

Um dos objetivos do GOAL foi o estudo do fitoplâncton marinho. A investigação buscou identificar a quantidade e a distribuição dessas microalgas em diversos ambientes ao redor da Península Antártica, assim como sua variação ao longo dos anos.

As espécies que compõem o fitoplâncton foram identificadas e classificadas por tamanho (embora unicelulares, as espécies podem apresentar grandes diferenças de tamanho e de volume).

O fitoplâncton assimila dióxido de carbono (CO_2) por meio da fotossíntese e transforma esse carbono em massa viva. Uma proporção dessa matéria viva afunda e sedimenta no assoalho oceânico (sequestro de carbono), representando um processo importante no ciclo global do carbono.

Os cientistas estimam que, das sete bilhões de toneladas de carbono despejadas a cada ano na atmosfera, aproximada-

mente duas toneladas são seqüestradas pelo mar. Resta saber o papel do fitoplâncton dos mares da Antártica nesse processo.

Ictioplâncton

(ictio = peixes, plâncton = ao sabor da correnteza)

Além dos vegetais unicelulares, o grupo estudou também os ovos e larvas de peixes, que vivem em suspensão na coluna d'água, denominados coletivamente de ictioplâncton. É nessa fase da vida de um peixe que ocorre a maior mortalidade natural.

Foi investigada a distribuição e a quantidade dos ovos e das larvas, assim como a identificação das espécies. Além disso, o grupo estudou os tipos de alimento ingeridos pelas larvas de peixes. Esse conhecimento é fundamental para fazer futuro gerenciamento ou futura administração pesqueira.

Projeto:

Plâncton

Coordenadores:

Fitoplâncton

Virgínia Maria Tavano Garcia – Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Fone: (53) 3233-6510

Fax: (53) 3233-6601

Ictioplâncton

Frederico Werneck Kurtz – Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)

Fone: (21) 2587-7659

Fax: (21) 2587-7692



CETÁCEOS

Durante aproximadamente uma década, o Projeto Baleias/Proantar dedicou-se a investigar os padrões de distribuição e abundância de baleias, principalmente baleias-jubarte, nas proximidades da Península Antártica.

Além disso, o projeto estudou os padrões de migração das baleias-jubarte e investigou se os indivíduos que se alimentam na região da Península pertencem à mesma população dos animais que se reproduzem no Banco dos Abrolhos, litoral da Bahia. Os padrões de migração foram investigados através da fotoidentificação. Essa ferramenta permite que cada indivíduo possa ser identificado pelos padrões de pigmentação da região ventral da nadadeira caudal, os quais são comparados com animais identificados pela mesma técnica em áreas reprodutivas, nos trópicos. Vários indivíduos identificados nos arredores da Península Antártica foram também avistados no litoral da Colômbia e do Equador, no Pacífico, e nenhum foi encontrado na costa da Bahia.

Os resultados obtidos demonstram que as baleias-jubarte que se alimentam nas cercanias da Península migram para reproduzir nas águas quentes do Pacífico Sul-Oriental. Dados moleculares demonstram que a variabilidade das baleias-jubarte no Hemisfério Sul é grande, o que é ótimo sinal, pois a espécie tem maior potencial para se adaptar a mudanças ambientais. O DNA utilizado pelo Projeto Baleias para as análises moleculares foi extraído da pele dos animais, coletada com dardos especiais de biopsia.

Com as biopsias, coletaram-se também amostras de gordura para quantificar o grau de contaminação por poluentes organoclorados. Esses estudos ainda se encontram em andamento, porém informações preliminares indicam baixo grau de contaminação.

Mais recentemente, o Projeto Baleias, como subprojeto do Grupo de Oceanografia de Altas Latitudes (GOAL), pesquisou se os padrões de distribuição e abundância das baleias eram associados a alguns fatores ambientais (biótico ou abiótico).

Verificou-se uma correlação entre a densidade de baleias e a concentração de clorofila-a, parâmetro indicador de produtividade primária. Entretanto, em estudos futuros, é importante coletar dados de distribuição e de biomassa de krill, alimento das baleias-jubarte, o que seria o fator explicativo mais diretamente relacionado com os padrões de distribuição das baleias.

A região dos Estreitos de Gerlache e Bransfield, principais áreas de estudo, são regiões de alta densidade de baleias-jubarte e, portanto, áreas promissoras para estudos de longo prazo destinados a verificar a influência de fatores bióticos e abióticos na distribuição das baleias e a forma como tais padrões oscilam temporalmente. O uso de telemetria por satélite tem comprovado a grande importância dos Estreitos de Gerlache e Bransfield como áreas de alimentação das jubartes, além de ter demonstrado que alguns indivíduos se deslocam ao longo de toda costa oeste da Península Antártica numa única temporada de alimentação.

Coordenador:

Paul G. Kinás – Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG)
Fone: (53) 3233-6596
Fax: (53) 3233-6604
E-mail: dmtkinas@super.furg.br





Fotos: Tânia Brito



ELEFANTES-MARINHOS DO SUL (*Mirounga leonina*)

Um estudo piloto realizado na Ilha Elefante (Shetlands do Sul) indicou a existência de uma correspondência espaço-temporal entre alguns parâmetros oceanográficos (clorofila-a, TSM e profundidade do local) e a distribuição de predadores de topo de cadeia. A distribuição desses predadores está, por sua vez, associada à distribuição de recursos marinhos vivos, utilizados como alimento no ecossistema antártico.

Foram identificadas as áreas de alimentação de elefantes-marinhos do sul, marcados na Ilha Elefante, relacionando as áreas de alimentação a fatores ambientais e oceanográficos e às mudanças globais. Foi avaliada a condição fisiológica dos animais por meio de parâmetros biométricos e bioquímicos, com a determinação da idade dos indivíduos, assim como variações na sua distribuição e na sua demografia.

Com a fixação de rastreadores por satélite (STDR) tornou-se possível o monitoramento de sua localização, sua área de distribuição, seu comportamento de mergulho e alimentação. Esses rastreadores também registram informações sobre a profundidade de mergulho, que, por sua vez, indicam as características individuais das atividades de mergulho e forrageio (alimentação) dos animais durante a fase pelágica do seu ciclo de vida, após a realização da muda anual. Alguns dos aparelhos utilizados em outros estudos (TDR) podem ser adaptados para determinar a posição geográfica, batimentos cardíacos, temperatura estomacal e mesmo velocidade de natação.

A correlação entre as estratégias alimentares dos elefantes-marinhos e características do ambiente antártico (fatores bióticos e abióticos), indica a ocorrência e a localização de áreas preferenciais de concentração de recursos marinhos (*hotspots*) que precisam ser mapeados. Além disso, o rastreamento de indivíduos por satélite permite o monitoramento, ao longo de todo o ano, das condições nas diferentes regiões antárticas inacessíveis a navios de pesquisa durante o inverno austral. Os resultados obtidos até o momento confirmam que os elefantes marinhos da Ilha Elefante vagam por todo o oceano austral durante sua fase pelágica.

Coordenadora:

Mônica Muelbert

Fone: (53) 3233-6503

Fax: (53) 3233-6601

E-mail: mamiferos@furg.br

Grupo de Oceanografia de Altas Latitudes (GOAL)

Processos oceanográficos, distribuição e densidade da biota marinha e possíveis relações com as mudanças ambientais globais

Inclui:

- Movimento das águas
- Plâncton
- Cetáceos (Baleia-jubarte)
- Elefantes-Marinhos do Sul

Coordenador:

Carlos Alberto Eiras Garcia – Fundação Universidade

do Rio Grande (FURG)

Fone: (53) 3233-6888

Fax: (53) 3233-6652

E-mail: dfsgar@furg.br

Equipe:

Dr. Carlos Alberto Eiras Garcia (coordenador) – FURG

Dr. Mauricio Magalhães Mata (vice-coordenador) – FURG

Dr. Virginia Maria Tavano Garcia – FURG

Dr. Paul Gerhard Kinas – FURG

Dr. Eduardo Resende Secchi – FURG

Dr. Monica Mathias Costa Muelbert – FURG

Dr. Ivan Dias Soares – FURG

MSc. Luciano Dalla Rosa – FURG

MSc. Rodrigo Kerr Duarte Pereira – FURG

MSc. Bárbara Cristie Franco – FURG

MSc. Leopoldo Rota de Oliveira – FURG

MSc. Carlos Eduardo Peres Teixeira – FURG

MSc. Rafael Vergara Schiller – FURG

BSc. Vagner da Silva Duarte – FURG

BSc. Alexandre Rivero – FURG

BSc. Isaac Santos – FURG

BSc. Matheus Bacelo de Figueiredo – FURG

BSc. Marcelo Mariano Teixeira – FURG

Graduando Giuliano Lourenzo Bertoldi – FURG

Graduando Flávio Augusto Oliveira Karam Junior – FURG

Graduanda Júlia Wiener Reisser – FURG

Graduanda Valéria Prando – FURG

Graduando Giovani Fronza – FURG

Graduanda Juliana Couto di Tullio – FURG

Graduando Theo Garcia Rolim de Moura – FURG

Graduando Silas Manuell de Oliveira Júnior – FURG

Dr. Ronald Buss de Souza – Instituto Nacional
de Pesquisas Espaciais (INPE)

Dr. Luciano P. Pezzi – INPE

Dr. João Antônio Lorenzzetti – INPE

Dr. Maria Cordélia Soares Machado – Universidade
Santa Úrsula (USU)

Dr. Frederico Werneck Kurtz – USU/Universidade Estadual
do Rio de Janeiro (UERJ)

Dr. Ricardo César Gonçalves Pollery – USU

MSc. Eduardo Miranda de Souza – USU

MSc. Fernanda Rymer Woolf de Oliveira – USU

MSc. Claudia Roscio Pascual – USU

MSc. Juliana Lira de Andrade – USU

BSc. Priscila Araújo Pinto – USU

BSc. Maria José D' Oliveira Campos Mello – UERJ

Dr. Marcos C. O. Santos – Universidade Estadual de São
Paulo (Unesp)

Dr. Paulo A. C. Flores – Ibama

MSc. Glauco S. Caon – Universidade Federal do Rio Grande
do Sul (UFRGS)

MSc. Daniel Danilewicz – Pontifícia Universidade Católica
do RS (PUC-RS)

MSc. Ignacio B. Moreno – PUC-RS

Dr. José Lailson Brito Jr. – UERJ

Dr. Paulo H. Ott – UERGS

Dr. Márcio Borges Martins – UFRGS

Colaboradores brasileiros:

Dr. Marcelo S. Dourado

Dr. Carlos Lentini

Drª. Rosane G. Ito

Drª. Ilana Wainer

Dr. Heitor Evangelista

Drª. Manuela Bassoi

Drª. Fernanda Constantin Marques

MSc. Valéria Ruoppolo

MSc. Claudia Britto Berthein

Dr. Alexandre de Freitas Azevedo

BSc. Ygor Geyer Maia

Colaboradores estrangeiros:

Dr. Hartmut Hellmer – AWI, Alemanha

Dr. Charles R. McClain – GSFC/NASA, Estados Unidos
da América

Dr. Sérgio Signorini – GSFC/NASA, Estados Unidos
da América

Lic. Alberto Piola – SHN, Argentina

Lic. Silvia Romero – UBA, Argentina

Dr. Christophe Lerebourg – França

Drª. Mirtha Noemi Lewis – CENPAT, Argentina

Dr. Claudio Campagna – CENPAT, Argentina

Dr. Rus A. Hoezel – UD, Reino Unido

Mikkel Villum Jensen – Noruega

Dr. Alexandre N. Zerbini – University of Washington

Drª. Fernanda Marques – Wildlife Conservation Society
(WCS)

Manuela Bassoi



Luciano Dalla Rosa



Ronald Buss



Ronald Buss



Ronald Buss



Ronald Buss



TERMOSFERA

MESOSFERA

ESTRATOSFERA

TROPOSPERA

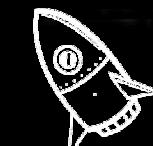
EXOSFERA

800 km

Satélites



690 km



Espaçonaves

90 km

Meteóros



Mesosfera: na Mesosfera, localizada entre 50 e 90 km de altitude, há uma substancial queda de temperatura, que chega a -90°C. É na mesosfera que ocorre o fenômeno da aeroluminescência. Nesta faixa está sendo estudado o Efeito Estufa, complementando os estudos realizados na Troposfera.

50 km

Sondas de Ozônio



Camada de Ozônio

Balão Meteorológico

17 km

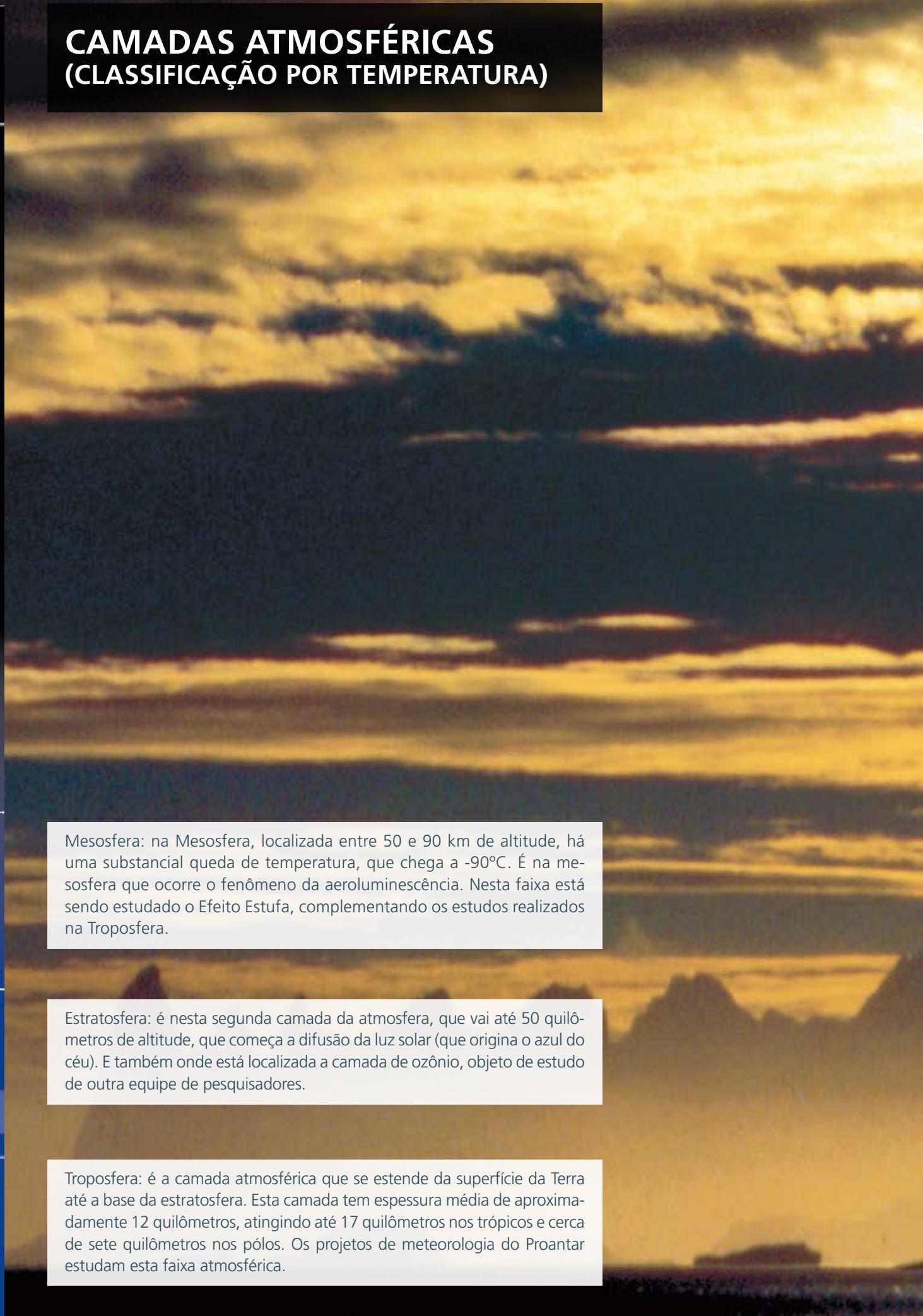


Monte Evereste

Estratosfera: é nesta segunda camada da atmosfera, que vai até 50 quilômetros de altitude, que começa a difusão da luz solar (que origina o azul do céu). E também onde está localizada a camada de ozônio, objeto de estudo de outra equipe de pesquisadores.

Troposfera: é a camada atmosférica que se estende da superfície da Terra até a base da estratosfera. Esta camada tem espessura média de aproximadamente 12 quilômetros, atingindo até 17 quilômetros nos trópicos e cerca de sete quilômetros nos pólos. Os projetos de meteorologia do Proantar estudam esta faixa atmosférica.

CAMADAS ATMOSFÉRICAS (CLASSIFICAÇÃO POR TEMPERATURA)







Buraco na camada de ozônio

A cada década diminui em 4% a concentração de ozônio na atmosfera. A camada formada por este gás absorve a radiação UV-B, que vem do Sol.

O ozônio é uma molécula que existe em toda a atmosfera. Define-se, arbitrariamente, a camada compreendida entre 25 e 35 km como região da “camada de ozônio”. O ozônio dessa região tem uma função muito importante para a vida na superfície terrestre: ele absorve a radiação que vem do Sol, o ultravioleta do tipo B. Apenas o ozônio, na atmosfera, tem esta propriedade importante de absorver a radiação UV-B, que é prejudicial à vida de homens, animais e plantas.

A partir dos anos 60, percebeu-se uma nítida diminuição do conteúdo da camada de ozônio, mundialmente, de ano a ano. Essa diminuição, que é da ordem de 4% por década, em média, continua ainda hoje e deve permanecer nessa tendência por várias décadas.

Sabe-se que o problema da camada de ozônio está associado aos chamados CFC's, substâncias produzidas artificialmente pelo homem moderno, muito úteis nos processos de refrigeração, em geladeira e ar-condicionado, principalmente. Nessas substâncias existe o cloro, que só é liberado da molécula do CFC quando essa é submetida a altas doses de radiação UV-B. O CFC é liberado na superfície e demora muitos anos para chegar à estratosfera, onde a radiação provoca a liberação do cloro, que reage com o ozônio e o destrói.

Atualmente, três questões importantes são colocadas pela comunidade científica:

- A diminuição na concentração da camada de ozônio causa mudanças climáticas?
- Com a diminuição do ozônio, a temperatura da estratosfera (região entre 20–60 km de altitude) está diminuindo. Qual será a consequência para a química e para a circulação da atmosfera?



Fotos: Armando Hadano



Fotos: Armando Hadano



E ainda:

– A radiação ultravioleta está aumentando devido à queda do ozônio? Já existem evidências das consequências desse aumento?

Hoje se sabe que a diminuição da camada de ozônio está relacionada com as mudanças ambientais, afetando o equilíbrio da temperatura da atmosfera, mas ainda não se sabe quais são as consequências e qual a relação com os outros gases associados ao efeito estufa produzidos pela ação do homem.

A variação do ozônio tem dois efeitos sobre a temperatura da Terra: ao absorver a radiação ultravioleta, emite calor aquecendo a estratosfera, região entre 20–60 km de altitude. Na baixa atmosfera (troposfera) atua como poluente. Absorve a radiação infravermelha que vem do solo, contribuindo para o aquecimento da baixa atmosfera. Portanto, a influência da variação do ozônio está relacionada com a altitude na atmosfera. Sua maior importância está relacionada com a radiação UV-B.

A maior variação na concentração do ozônio ocorre na região Antártica, na estratosfera. Todos os anos, nos meses de agosto a novembro, ocorre uma diminuição muito grande do ozônio. Esse fenômeno é chamado de buraco na camada de ozônio. A consequência principal é o aumento da radiação ultravioleta que atinge o solo, afetando os seres vivos da região.

Durante a presença do buraco de ozônio, pode ocorrer uma diminuição de até 80% do ozônio e a radiação aumentar mais de 500%. Como o efeito da radiação é cumulativo, a preocupação dos pesquisadores é avaliar a consequência para o meio ambiente e os seres vivos nos próximos anos.

O ozônio é um detector muito sensível que indica as mudanças na atmosfera e responde rapidamente à presença de gases poluentes. Ele nos alerta com eficiência sobre a presença desses gases na alta atmosfera. O problema é que os gases destruidores do ozônio duram várias décadas, e mesmo com o compromisso atual dos governantes de controlar e reduzir a emissão desses gases, eles afetarão o ozônio ainda por vários anos.

Desde 1986, cientistas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) estão estudando e monitorando a camada de ozônio e a radiação ultravioleta em algumas regiões: na Estação Antártica Comandante Ferraz, em Punta Arenas (Chile) e no Sul do Brasil. Dentro desta rede, o grupo deu continuidade



a seu trabalho de monitoramento da camada e do consequente aumento da radiação ultravioleta.

Qual é a consequência que estamos tendo, na camada de ozônio, que está relacionada à mudança global? Para responder a essa pergunta, o grupo de pesquisadores do Proantar que investiga a camada de ozônio inter-relacionou seus estudos com os de outras áreas.

A equipe focou sua pesquisa na identificação dos traços antropogênicos na variação do buraco na camada de ozônio. O projeto tem feito medições contínuas desde 1996 para tentar explicar as oscilações anuais do ozônio e verificar se a radiação está aumentando com o tempo.

Principais resultados – Os estudos da variação da camada de ozônio com a altitude na região de Ferraz e em Punta Arenas (Chile), mostraram que, embora a emissão dos gases poluentes que destroem a camada de ozônio tenha diminuído, a concentração que existe na região antártica continua grande e com muito impacto. Em 2003 e 2005 ainda foram registradas grandes diminuições na concentração de ozônio e o tamanho do buraco alcançou uma área significativa em torno de 24 milhões de km². O tamanho recorde foi em 1998 com 26 milhões de km². (fonte: <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>).

Na campanha em 2005 (período de setembro a outubro), foi registrada a segunda maior destruição da Camada de Ozônio sobre a região de Punta Arenas desde 1995. A camada sofreu uma redução de 60%, comparável aos níveis da região Antártica.

Medidas da coluna total do ozônio, em Santa Maria, Região Sul do Brasil, detectou efeitos secundários da passagem do buraco de ozônio no sul do continente, provocando a diminuição da camada sobre a região, em outubro de 2005.

Foi identificada a região da atmosfera onde ocorre a maior destruição da camada de ozônio. Está em torno de 17 km de altitude.

Medidas de dados climatológicos do solo até 30 km de altitude no período de ocorrência do buraco de ozônio, em Ferraz, nos anos de 2003 e 2004, e em Punta Arenas, em 2005, mostraram diminuição muito grande da temperatura na estratosfera, no período de ocorrência do buraco de ozônio.

O índice da radiação ultravioleta, que atinge o solo durante a passagem do buraco de ozônio, chegou ao nível de regiões de latitudes médias, apresentando em alguns períodos, o índice 9, que é considerado um índice muito alto. Esses valores são registrados na primavera/verão no Brasil.

Por meio deste estudo, foi possível fazer um mapa mostrando a variação do índice da radiação ultravioleta da Antártica até o Equador.

Projeto:

Estudos da radiação UV-B e Ozônio na Antártica

Coordenadores:

Volker Kirchhoff – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Fone: (12) 3945-6044

Fax: (12) 3922-9887

E-mail: kir@dge.inpe.br

Neusa Paes Leme – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Fone: (12) 3945-6047

Fax: (12) 3922-9887

E-mail: nleme@dge.inpe.br

Equipe:

Dr. Volker Kirchhoff – INPE

Drª. Neusa Paes Leme – INPE

Drª. Cláudia Boian – Pesquisadora Visitante

Drª. Damaris Kirsch Pinheiro – UFSM

Dr. Francesco Zaratti – Un. San Andrés, Bolivia)

Dr. Cláudio Casiccia – Un. Magallanes, Chile)

BSc. Francisco Raimundo da Silva – INPE

BSc. Marcelo Araujo – INPE

BSc. José Roberto Chagas – INPE

Técnico Luiz Mangueira de Souza – INPE

Técnico Tércio Luiz Bezerra Penha – INPE

Técnico Sueli dos Santos Faria – INPE





A temperatura da mesosfera e o efeito estufa

Investigação da temperatura na região atmosférica localizada em torno de 90 km de altitude, por anos seguidos, ajudará a identificar possíveis mudanças globais.

Investigar o efeito estufa na baixa atmosfera e a mudança climática global será possível por meio do monitoramento da temperatura da região da mesosfera superior, próxima a 90 km de altitude, na Antártica. No projeto foi desenvolvido e instalado um espectro-imageador de aeroluminescência, instrumento de última geração com características de alta resolução e confiabilidade de longo tempo. No momento presente, apenas um grupo da Austrália possui um espectrômetro dessa natureza, que está instalado na Estação Davis, onde são realizadas observações desde 1995. A técnica utilizada pela equipe brasileira é semelhante à dos australianos, o que facilita a comparação de dados de temperatura entre as duas estações.

O objetivo fundamental desta pesquisa é o estudo da climatologia da região da alta atmosfera por meio de medidas de temperatura, na área onde está instalada a Estação Antártica Comandante Ferraz. Destacam-se três importantes temas científicos, produtos desta investigação:

- Observação da variabilidade noturna e sazonal da temperatura da mesosfera superior, visando à validação de dados de satélite e modelos atmosféricos.
- Investigação da variação da temperatura de ‘longo termo’, indicativo de mudança climática global (faz-se necessária, pelo menos, uma década de dados observacionais).
- Investigação da propagação de ondas atmosféricas na camada mesosférica da Região Antártica, e a conexão com eventos na região da estratosfera, tendo em vista os efeitos da dinâmica do vórtice polar antártico. Alguns resultados conclusivos relacionados aos temas anteriormente mencionados já estão sendo submetidos à publicação em revistas científicas especializadas.

Atualmente, este grupo de aeronomia, que em 2001 iniciou a observação de aeroluminescência na Antártica, dá continuidade

às pesquisas através de um novo projeto, que tem por objetivo o monitoramento da atividade de ondas de gravidade na Península Antártica, utilizando-se de um imageador de 1.800 de visada espacial. A meta é realizar os primeiros passos na compreensão tanto do balanço energético da mesosfera superior, quanto do acoplamento entre as camadas da troposfera, da estratosfera e da mesosfera, na região da Península Antártica.

Projetos:

Monitoramento de Longo Prazo da Temperatura da Mesosfera na Região Polar Antártica – FotAntar

Investigação da atividade de ondas de gravidade na alta atmosfera na Península Antártica

Coordenador:

Hisao Takahashi – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Fone: (12) 3945-7144

Fax: (12) 3345-6952

E-mail: hisaotak@laser.inpe.br

<http://www.laser.inpe.br/lume>

Equipe:

Dr. Hisao Takahashi – INPE

Dr. Delano Gobbi – INPE

Dr. Cristiano Max Wrasse – INPE

MSc. José Valentin Bageston – INPE

Dr. Ricardo Arlen Buriti – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Dr. Kazuo Shiokawa – Universidade de Nagoya, Japão

MSc. Primavera Botelho de Souza – INPE

BSc. Gláucia Souza Ferreira – INPE

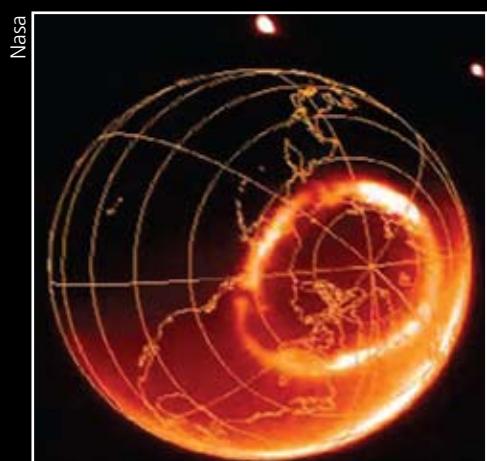
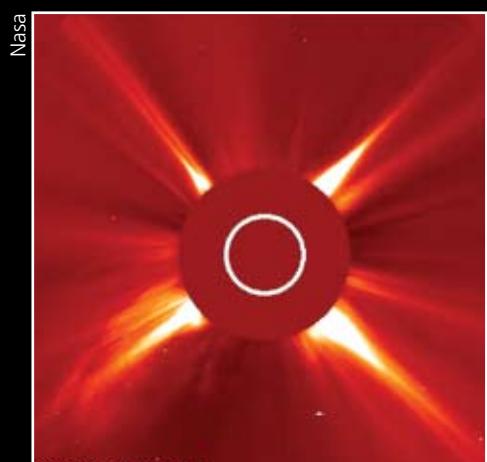
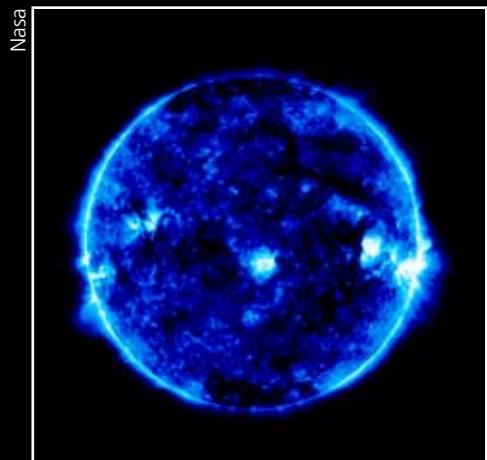
BSc. Fabiola Bicalho da Costa – INPE

Técnico Pedro Paulo da Silva Braga – INPE

Técnico Hélio Borges – INPE

Técnico Arnaldo da Costa Amorim – INPE

Técnico Paulo Cezar Monteiro – INPE



Os efeitos do Sol na vida terrestre são evidentes, mas uma descrição detalhada dessa interação está apenas iniciando. Sabe-se que a energia liberada pelo Sol não é constante e que essas variações são significativas, com impactos no clima terrestre, na meteorologia global, no meio ambiente e na produção agropecuária. Recentes estudos mostram que a variabilidade da radiação solar altera as propriedades físico-químicas da atmosfera, influenciando no regime de ventos e na quantidade da radiação ultra violeta (UV) que atinge a superfície da Terra, bem como na cobertura de nuvens e precipitação de chuvas.



Efeito do Sol no meio ambiente terrestre

Projeto busca caracterizar e entender os diferentes efeitos da integração entre anomalias presentes no meio geoespacial e atmosfera terrestre.

Ventos solares, tempestades geomagnéticas, frentes de choque... Estamos falando sobre clima terrestre? Na verdade todos esses fenômenos acontecem numa região do espaço próximo ao nosso planeta que recebeu o nome de GEOESPAÇO e justamente pela semelhança entre os nomes dos fenômenos que acontecem lá com os fenômenos da meteorologia convencional de nossa troposfera é que o estudo desses fenômenos recebeu o nome de clima geoespacial (do inglês SPACE WEATHER).

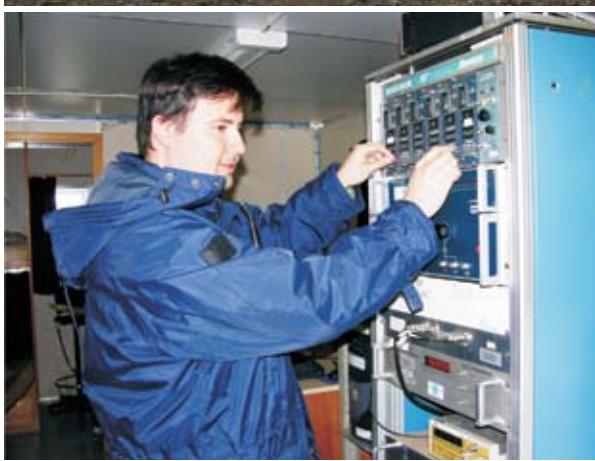
Saber como está o clima geoespacial é saber se está chegando até a Terra uma frente de choque de vento solar, provocada por uma emissão de massa de nossa estrela gerada num evento impulsivo ou que tenha escapado por um "buraco magnético" na coroa do Sol. A chegada de frentes de choque de vento solar até a Terra é "barrada" pelo nosso escudo protetor, o campo magnético da Terra (o campo geomagnético). Sem ele as partículas que constituem o vento (geralmente prótons e elétrons em alta velocidade, podendo haver também núcleos de átomos de Hélio, as chamadas partículas alfa) chegariam livremente até a superfície da Terra. O campo geomagnético desvia essas partículas para os pólos (pontos de convergência das linhas de campo, onde elas se afunilam até encontrar a superfície, semelhante aos pólos de uma barra imantada). É exatamente esse fenômeno que dá origem ao espetáculo de luzes dançantes visíveis apenas nas proximidades dos pólos terrestres: as auroras, boreal quando vista no norte e austral no sul. As partículas em alta velocidade do vento solar colidem com os constituintes neutros de nossa atmosfera, o impacto excita esses constituintes fazendo com eles emitam luz.

Se alguém já assistiu aos diversos filmes de ficção científica que falam sobre variações climatológicas globais em nosso planeta deve ter reparado que quase todos eles começam com pesquisadores que estão nos pólos terrestres. Os pólos são lugares privilegiados para investigações sobre os efeitos da radiação solar na superfície da Terra, locais ideais para se estudar os impactos climatológicos induzidos por essa radiação.

arquivo Rede 1



Tânia Brito



Emilia Gouveia



Emilia Gouveia



arquivo Rede 1



Algumas partículas do vento solar que atingem a Terra não se precipitam imediatamente nos pólos terrestres e acabam aprisionadas no campo geomagnético formando o que se convencionou chamar de cinturões de radiação de Van Allen (existe radiação em forma de ondas eletromagnéticas e, neste caso, também a radiação em forma de partículas penetrantes em alta velocidade). Essas partículas dos cinturões que estão no geoespaço podem se precipitar para a alta atmosfera da Terra de várias formas:

- durante a chegada de uma outra frente de choque de vento solar, gerando o que chamamos de tempestades magnéticas porque acabam gerando um outro campo magnético que perturba o campo magnético da Terra por até vários dias.
- por precipitação direta numa região do planeta que possui anomalametente um campo magnético mais fraco (um “buraco” no escudo) e que está centrada, nesse momento, no sul do Brasil.
- ou por interação com ondas eletromagnéticas que conseguem atingir o geoespaço. Quando essas ondas são geradas por relâmpagos em tempestades aqui na baixa atmosfera terrestre o fenômeno de precipitação é chamado de precipitação de elétrons induzida por relâmpagos.

A atmosfera terrestre possui diversas camadas: troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera. Essa é uma divisão feita pelo comportamento da temperatura da atmosfera com a altitude. Certamente você também já terá ouvido falar de outras “esferas” como, por exemplo, a ionosfera (região que se estende de 75 a 1000 km de altitude). A ionosfera não se encaixa na divisão de camadas por temperatura (está embebida entre a mesosfera e a termosfera), mas é uma região onde há uma densidade razoável de partículas carregadas (íons e elétrons livres) capazes de afetar a propagação de ondas de rádio. Aliás, foi exatamente assim que ela foi descoberta, pelo seu efeito na radio-propagação. Os regimes do clima geoespacial influenciam fortemente o comportamento da ionosfera terrestre. Como é justamente pela ionosfera que passam uma série de ondas rádio de alta freqüência (das ondas dos satélites GPS, de defesa e telecomunicações até as ondas de comunicação com as sondas espaciais) e são refletidas outras de freqüências mais baixas (como as ondas de rádio difusão e as ondas de muito baixa freqüência - VLF) o estudo da ionosfera terrestre é espe-

cialmente importante para a sociedade tecnológica moderna.

Na Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), dentro das propostas do projeto GEOESPAÇO, foi estudada a influência da radiação solar na ionosfera. As alterações da atmosfera produzidas pela radiação solar foram identificadas a partir de observações realizadas com diversos instrumentos (receptores VLF, GPS, magnetômetros) e detectores de raios cósmicos instalados nos andes argentinos.

Como a ionosfera é muito sensível ao que acontece no Sol (porque variações de intensidade da radiação ionizante que chega do Sol alteram a densidade de plasma - densidade de partículas carregadas e íons - da ionosfera) ela pode ser usada para uma monitoração do ciclo de atividade do Sol. Estudos preliminares realizados na EACF evidenciaram um comportamento diferenciado da baixa ionosfera em função do ciclo de 11 anos de atividade solar, sugerindo a possibilidade de seu uso como um imenso sensor de fótons solares.

Os resultados obtidos pelo projeto GEOEPAÇO, integrado aos resultados de outros projetos também realizados na EACF, auxiliam uma melhor caracterização das condições físico-químicas e biológicas na Antártica. A importância desses resultados gerou o conceito de uma rede de receptores VLF a ser instalada em todo o continente sul-americano e na região antártica para o Ano Heliofísico Internacional de 2007. A rede permitirá monitorar uma das radiações ionizantes solares (Lyman alfa) que apresenta uma grande variação de intensidade ao longo do ciclo solar (~200%) e é uma fonte de energia importante para a atmosfera terrestre, responsável por mudanças atmosféricas na faixa de altitudes de 70-110 km. A radiação Lyman alfa também participa da química do vapor d'água e do ozônio, o que salienta ainda mais a importância de sua monitoração.

Outros resultados obtidos pelo projeto GEOESPAÇO sugerem também que precipitações de partículas induzidas por relâmpagos do geoespaço para a alta atmosfera terrestre ocorrem com maior intensidade em períodos de maior perturbação do campo geomagnético e sugerem que o principal agente controlador da população de partículas dos cinturões de radiação é a atividade geomagnética produzida pelo impacto provocado pelo vento solar de alta velocidade na magnetosfera terrestre (região dentro da qual está contido o campo geomagnético).

Projeto:

Novos Diagnósticos de Anomalias no Meio Ambiente e seus Efeitos na Atmosfera Terrestre Polar, Regional e Global – Geoespaço

Coordenadora:

Liliana Rizzo Piazza

Fone: (11) 2114-8726

Fax: (11) 3214-2300

E-mail: lrpiazza@craam.mackenzie.br ou raulin@craam.mackenzie.br

Equipe:

Drª. Liliana Rizzo Piazza – CRAAM

Dr. Jean-Pierre Raulin – CRAAM

Drª. Emilia Correia – INPE/CRAAM

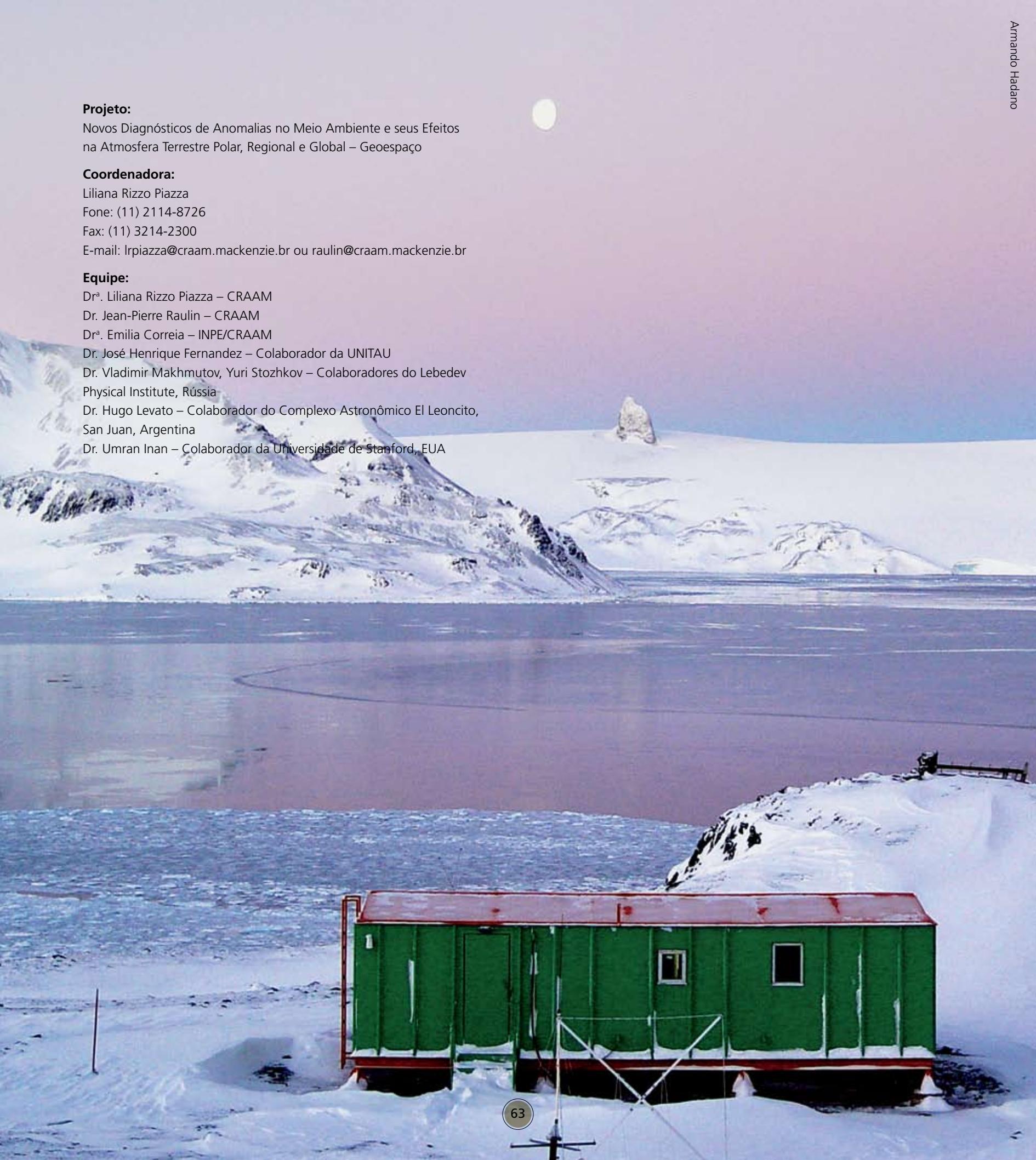
Dr. José Henrique Fernandez – Colaborador da UNITAU

Dr. Vladimir Makhmutov, Yuri Stozhkov – Colaboradores do Lebedev

Physical Institute, Rússia

Dr. Hugo Levato – Colaborador do Complexo Astronômico El Leoncito,
San Juan, Argentina

Dr. Umran Inan – Colaborador da Universidade de Stanford, EUA



MONITORAMENTO AMBIENTAL DA



BAÍA DO ALMIRANTADO



Ilha Rei George



Monitoramento Ambiental da Baía do Almirantado

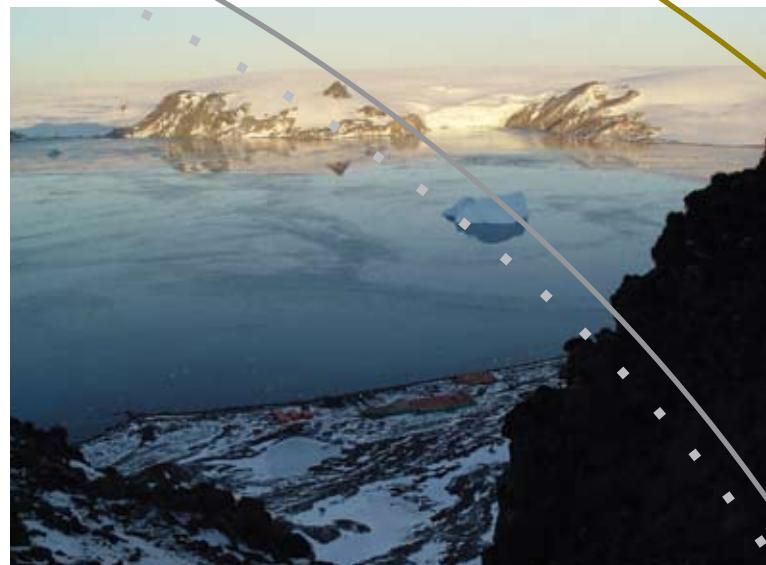
A Estação Ferraz está instalada próxima à Península Antártica, na Ilha Rei George, a maior ilha do Arquipélago das Shetlands do Sul, mais exatamente na Baía do Almirantado, que possui três enseadas, Martel, Mackellar e Ezcurra. Ferraz fica na Enseada Martel.

Toda a região da Baía do Almirantado, incluindo terra e mar, foi classificada como Área Antártica Especialmente Gerenciada. Isso significa que os países instalados na Baía – além de Brasil, Peru, Polônia, Estados Unidos e Equador – devem administrar a região por meio de um plano de manejo apropriado, a fim de evitar impactos cumulativos e conflitos de interesse.

Foi criada uma rede de pesquisa, formada por quinze grupos, para estudar os diferentes aspectos do impacto ambiental provocado pela ação humana na área onde está instalada a Estação Antártica Comandante Ferraz.

Ao ratificar o Tratado da Antártica, o Brasil assumiu compromissos internacionais que implicam o dever de realizar pesquisa científica e de preservar o meio ambiente antártico. O Brasil é membro consultivo do Tratado da Antártica, tendo direito a voto nas decisões sobre o futuro do continente. Essa condição foi conquistada e é mantida graças à qualidade da pesquisa realizada por cientistas brasileiros na Antártica.

O Protocolo ao Tratado da Antártica sobre Proteção do Meio Ambiente – Protocolo de Madri – estabeleceu diversos procedimentos a ser seguidos na execução de pesquisas científicas e no apoio logístico às estações antárticas, visando à proteção da flora e da fauna da região. Impõe, também, rigorosas regras e limitações à eliminação de resíduos, bem como recomenda medidas preventivas contra a poluição marinha. Outra recomendação do Protocolo de Madri é que seja avaliado o impacto ambiental das atividades desenvolvidas na região.



Fotos: Armando Hadano

As pesquisas realizadas por esta rede têm o objetivo de monitoramento do impacto da presença humana na Baía do Almirantado. Por tratar-se de projeto temático e integrado, vários grupos trabalharam, simultaneamente, nos mesmos locais, utilizando as mesmas coletas para avaliar diferentes aspectos.

Além dos dados coletados nos últimos anos, resultados de pesquisas feitas ao longo de mais de vinte anos de Programa Antártico Brasileiro (Proantar) foram reunidos, avaliados e padronizados, para que se possa compará-los.

Com a compilação de todos esses dados, foi possível avaliar o estado do meio ambiente, identificar os impactos potenciais que podem vir a ser causados pela presença humana na Baía do Almirantado, realizar o gerenciamento da área e até mesmo desenvolver ações mitigadoras de possíveis impactos ambientais na região.

Monitoramento Ambiental da Baía do Almirantado

Coordenadores:

Rolf Weber – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)

Fone: (11) 3091-6614

Fax: (11) 3091-6610

E-mail: rorweber@usp.br

Rosalinda Carmela Montone – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)

Fone: (11) 3091-6614

Fax: (11) 3091-6610

E-mail: rmontone@usp.br







Armando Hadano

O seqüestro de carbono pelo oceano e suas consequências

A questão é saber se, com o aumento da disponibilidade de CO_2 na atmosfera, aumenta também sua captação pelo oceano – e quais as consequências disso.

O aumento da concentração de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera tem sido uma constante. Medidas contínuas na atmosfera feitas desde 1958, associadas a medições em testemunhos de gelo, indicam que, entre 1750 e 2000, houve aumento de 31% de gás carbônico na atmosfera (pode haver variação de quatro pontos, para mais ou para menos nesse dado). Há, atualmente, na atmosfera, cerca de 750 bilhões de toneladas de carbono, natural e antropogênico.

Mais ou menos seis bilhões de toneladas de carbono são produzidas, todos os anos, por queima de combustível fóssil. Por desmatamento e queima, mais um bilhão de toneladas, aproximadamente. Isso resulta num total de sete bilhões de toneladas lançadas na atmosfera anualmente. Desses sete bilhões, cerca de dois bilhões estão em equilíbrio com a biosfera, por meio de trocas provocadas pela fotossíntese; três permanecem na atmosfera, aumentando, a cada ano, a concentração do gás; e dois bilhões são retirados pelo mar.

A investigação da concentração de carbono inorgânico nas águas do oceano antártico tem sido feita por meio de coleta ao longo da coluna d'água a profundidades de até 50 metros com dois propósitos: quantificar as trocas do dióxido de carbono entre a atmosfera e o oceano e compreender os processos que regem essa troca e seus efeitos no ambiente marinho. Para isso, são calculadas as concentrações de carbono em suas várias combinações (íon carbonato, íon bicarbonato, entre outros), por meio de medidas da pressão parcial do CO_2 e do pH da água do mar.

Dentro desse estudo, há suposições, confirmadas teoricamente e em laboratório, de que a concentração de CO_2



Fotos: arquivo Rede 2





influencia o pH da água do mar. Ou seja, o mar pode ficar mais ácido ou mais básico em função do sistema dióxido de carbono-carbonato. Essa reação, de fácil percepção em uma experiência de laboratório, é de difícil comprovação nas águas dos oceanos, em função de seu enorme volume e, consequentemente, da baixa velocidade com que a reação ocorre. São necessários, também, dados de vários anos para que seja possível uma análise comparativa.

Os estudos estão sendo desenvolvidos buscando confirmar, por um lado, o papel do oceano como sorvedouro de CO₂ atmosférico e, por outro, essa suposição de que a absorção de carbono altera o pH da água. É sabido que todas as reações químicas que ocorrem no oceano são em função desse pH.

Os dados gerados pela pesquisa servirão, futuramente, para comparação. Dessa forma será possível afirmar se está aumentando a concentração de carbono na água do oceano, se isso leva a uma acidificação da água do mar e quais as consequências que podem decorrer daí.

A importância de se estudar o sistema carbonato na Antártica se deve ao fato de o comportamento do CO₂ variar muito em ambientes diferentes. Por exemplo: a água fria dissolve muito mais CO₂ que águas com temperatura mais elevada. Outro motivo é que as águas formadas na Antártica irão formar as massas d'água profundas de outros oceanos.

Tipos de estudo como esse, em escala global, propiciarão o entendimento mais preciso do papel do oceano como seqüestrador de CO₂ atmosférico e as consequências dessa absorção para o meio marinho.

O comportamento do sistema carbonato na Baía do Almirantado para os verões estudados sugere os processos físicos, como a mistura de águas, e a bomba de solubilidade como os fatores predominantes na sua distribuição. A predominância desses processos gera que a superfície marinha dessa baía seja, naturalmente, fonte de CO₂ para a atmosfera. Essa conclusão leva para que o gerenciamento ambiental, com respeito ao CO₂, exija muito cuidado, seja pela introdução de CO₂ antropogênico no meio marinho (através de esgotos ou hidrocarbonetos de petróleo) seja na atmosfera (queima de combustíveis fósseis). Desse modo, a introdução de CO₂ pelas fontes citadas levará a um aumento desse gás na atmosfera, uma vez que os fluxos líquidos de CO₂ (FCO₂) são do mar para a atmosfera.

Os estudos de sistema carbonato marinho mostram que não há sinais de contaminação na água do mar da Baía do Almirantado, mas apresentam sinais de contaminação atmosférica devido à queima de combustíveis fósseis nas proximidades da EACF. Por outro lado, os fluxos líquidos do CO₂ na interface mar-atmosfera indicam que a superfície marinha da Baía do Almirantado é fonte de CO₂ para a atmosfera e esses estudos podem contribuir para o refinamento dos cálculos de balanço do ciclo global do carbono, onde a influência de áreas costeiras passa a ser considerada.

Projeto:

Sistema Carbonato – Gaba

Coordenadora:

Rosane Gonçalves Ito – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)

Fone: (11) 3091-6569

Fax: (11) 3091-6610

E-mail: rgito@ io.usp.br

Equipe:

Drª. Rosane Gonçalves Ito – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)

MSc. Cristiane Gallego Augusto – IOUSP

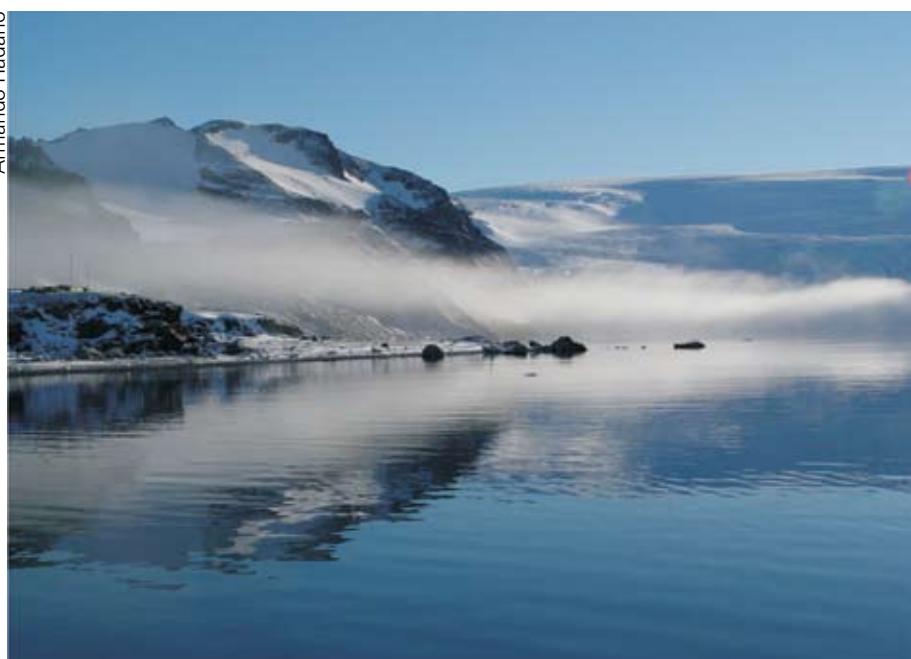
MSc. Paulo Eduardo Rivelli Durigon – IOUSP

BSc. Alcides de Lima Funcionário – IOUSP

Graduanda Louise Franco de Oliveira – IOUSP

Graduando Antônio Gabriel Pontes e Dechiche – IOUSP

Armando Hadano





Poluição por petróleo

A presença de hidrocarbonetos no ambiente é o principal indicador para avaliar o grau de contaminação por derivados de petróleo.

Por mais que se tente reduzir o impacto da presença humana na Antártica, alguma alteração, mesmo que mínima, sempre ocorre. Pesquisas realizadas desde 1987 permitem assegurar que a Baía do Almirantado tem índice bastante baixo de contaminação por hidrocarbonetos, consequência dos cuidados com a segurança na utilização dos combustíveis – o que já valeu o reconhecimento inclusive do Greenpeace ao Programa Antártico Brasileiro.

Porém, a simples presença de embarcações operando na região e o transporte de óleo diesel para os geradores da estação podem contribuir para a introdução de hidrocarbonetos do petróleo no ambiente. Além disso, os combustíveis fósseis são a fonte de toda a energia gerada na Estação Ferraz.

Hidrocarbonetos podem ser encontrados na água, no sedimento marinho ou em organismos que vivem no mar. Daí a importância de identificar suas concentrações, para avaliar o impacto que pode estar sendo causado ao ambiente.

Felizmente, os índices verificados até agora são baixos. As medições são possíveis somente porque são utilizados equipamentos sofisticados, que detectam concentrações muito baixas.

Além de investigar os índices de contaminação atual e sua degradação, o grupo fez a compilação de todos os dados reunidos desde 1987 sobre a presença de hidrocarbonetos do petróleo na Baía do Almirantado. Esses resultados indicaram que, embora ainda baixos, os valores de concentração observados nos arredores da estação vêm aumentando ao longo dos anos.

Uma vez que um derivado do petróleo cai no ambiente, ele acaba sendo modificado e dispersado por diversos processos físicos (evaporação, espalhamento), processos químicos (degradação fotoquímica) e processos microbiológicos. A maioria dos

Armando Hadano



Tânia Brito



Armando Hadano





Armando Hadano



R.C. Montone



Arquivo Rede 2

estudos sobre degradação de combustíveis fósseis no ambiente é realizada em regiões tropicais. Com esse estudo, será possível saber qual a taxa de degradação no ambiente antártico.

O grupo de hidrocarbonetos trabalhou em conjunto com outros grupos, que pesquisaram diferentes parâmetros químicos e biológicos, para fazer integração de dados. O estudo de monitoramento serve não só para verificar o estado da contaminação, mas também para ter uma linha de base local. Se um dia acontecer um acidente, por exemplo, é possível saber o que foi alterado.

Projeto:

Hidrocarbonetos de Petróleo – HPAntar

Coordenadora:

Márcia Caruso Bícego – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)

Fone: (11) 3091-6614

Fax: (11) 3191-6610

E-mail: marcia@io.usp.br

Equipe:

Drª. Márcia Caruso Bícego – IOUSP

Dr. Rolf Roland Weber – IOUSP

Dr. César de Castro Martins – Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Drª. Satie Taniguchi – IOUSP

Dr. Denis Albuquerque Moreira da Silva – Grupo de Química Ambiental
MSc. Rafael André Lourenço – IOUSP

BSc. Silvio Tarou Sasaki – IOUSP

Técnico Lourival Pereira de Souza – IOUSP

Graduanda Ana Cecilia Rizzatti de Albergaria Barbosa – IOUSP







Marcadores químicos

Será que a Antártica, o ambiente mais preservado do Planeta, já tem sinais de poluição por esgoto e por compostos orgânicos persistentes como os organoclorados?



R.C. Montone



Adriana Carvalho



R.C. Montone

Para responder a essa questão foi realizado levantamento de dados sobre a poluição de origem fecal, com a utilização de indicadores químicos, bem como da poluição por compostos orgânicos persistentes.

A Antártica tem sido considerada uma das poucas áreas do mundo protegidas da poluição. Entretanto, a presença humana constitui uma fonte pontual de poluição ambiental, devido à descarga de esgotos, entre outros fatores. O esgoto gerado na Estação Ferraz somente é despejado no mar após tratamento primário e filtro microbiológico, mas, mesmo assim, é fundamental a avaliação sistemática do impacto que esse esgoto possa estar causando no ambiente.

Para esse estudo, foram analisados os esteróis fecais (coprostanol e epi-coprostanol) e a coprostanona, em amostras de sedimento da camada superficial da Baía do Almirantado. Os resultados indicaram que a contaminação por esgoto é restrita às proximidades da EACF e decresce com a distância da saída de esgoto.

Dados de 1998 a 2004 desses indicadores fecais nas proximidades da EACF mostram um aumento gradativo da contribuição de esgoto na Baía do Almirantado, provavelmente como resultado do aumento do número de pessoas nos últimos anos. Entretanto, esse aumento gradativo ainda não é preocupante, pois a dispersão do efluente de esgoto na zona costeira rasa da enseada Martel (onde está localizada a EACF) é favorecida pelo hidrodinamismo local, especialmente influenciada pelos efeitos de maré.

Foi investigada também a presença dos poluentes orgânicos persistentes (POPs) – entre as quais se incluem os pesticidas organoclorados como o DDT e os bifenilos policlorados (PCBs) – na Baía do Almirantado. Os POPs não ocorrem naturalmente no ambiente e não são facilmente degradados por oxidação química ou ação bacteriológica. Eles são transferidos para a Antártica e outras regiões remotas principalmente pela circulação atmosférica. A importância do estudo desses compostos no ambiente se deve a sua persistência, bioacumulação e efeitos nocivos à biota.

O levantamento de dados pretéritos indica a presença dos poluentes orgânicos persistentes em diversos compartimentos (água do mar, sedimento e biota) do ambiente marinho da Baía do Almirantado, porém em concentrações muito baixas.

As maiores concentrações foram observadas em aves e mamíferos, devido ao efeito de biomagnificação, ou seja, os animais de níveis tróficos superiores apresentam maiores quantidades desses poluentes que os organismos que lhes servem de alimento.

Apesar da redução significativa da introdução desses compostos no ambiente nos últimos 40 anos, ainda é possível verificar sua presença na Antártica.

Projeto:

Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) e Esgotos – POPs-Antar

Coordenadora:

Rosalinda Carmela Montone – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)

Fone: (11) 3091-6614

Fax: (11) 3091-6610

E-mail: rmontone@usp.br

Equipe:

Drª. Rosalinda Carmela Montone – IOUSP

Dr. Rolf Roland Weber – IOUSP

Drª. Satie Taniguchi – IOUSP

Dr. José Luis Sericano – Texas A&M University, EUA

Dr. César de Castro Martins – Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná (CEM/UFPR)

Dr. Rafael André Lourenço – IOUSP

Drª. Juliana Leonel – IOUSP

Doutorando Caio Augusto Magalhães – IOUSP

Mestranda Mariana Batha Alonso – IOUSP

BSc. Silvio Tarou Sasaki – IOUSP

Graduanda Karina Bisaio – IOUSP (*in memoriam*)

Graduanda Simone Silva Barem Camargo – IOUSP

Técnico Lourival Pereira de Souza – IOUSP



R. C. Montone

Adriana Carvalho

R. C. Montone



Microrganismos adaptados ao frio

Estudo identificou microrganismos presentes no solo e no sedimento da Baía do Almirantado.

Poucos estudos foram realizados em relação aos microrganismos que sobrevivem a baixas temperaturas. Para contribuir para o preenchimento dessa lacuna, foi realizada pesquisa que investigou os microrganismos pertencentes aos domínios *Bacteria* e *Archaea* para conhecimento da biodiversidade microbiana na Baía do Almirantado. Foram identificados os grupos taxonômicos presentes no solo e no sedimento e analisados os grupos filogenéticos.

Esses resultados serão fundamentais para a determinação de indicadores de impacto a ser considerados no estudo de monitoramento. O conhecimento da diversidade microbiana é importante para, em caso de qualquer impacto, permitir avaliar o que foi alterado e qual a capacidade de recuperação do ambiente.

Supõe-se que microrganismos pertencentes ao domínio *Archaea*, que podem sobreviver a condições extremas de temperatura, pH ou salinidade, são predominantes no ambiente antártico, mas ainda foram pouco estudados pela dificuldade de cultivo que apresentam. No entanto, culturas de *Archaea* produtoras de metano já foram obtidas.

Além de criar um banco de dados sobre os microrganismos presentes na Baía do Almirantado, a equipe estudou grupos específicos de bactérias que podem demonstrar impacto ambiental. São os indicadores microbiológicos de poluição. Foram objeto de estudo bactérias que indicam poluição de origem fecal e bactérias degradadoras de poluentes químicos: hidrocarbonetos e organoclorados (PCBs). Esses compostos químicos foram lançados no meio ambiente indiscriminadamente, em consequência do desenvolvimento dos processos industriais. Os hidrocarbonetos presentes na região antártica são resultado da utilização de combustíveis fósseis. Já os PCBs, que foram

Emanuele Kuhn



Vivian Helena Pelliari



Vivian Helena Pelliari



utilizados como óleo no interior de transformadores e capacitores até a década de 70, podem chegar à Antártica devido ao ciclo de circulação e dispersão ambiental.

De acordo com os resultados obtidos até o momento, acredita-se que as comunidades microbianas adaptadas ao frio, encontradas no solo próximo à Estação Ferraz, apresentam o potencial e a habilidade de utilizar os hidrocarbonetos do petróleo como fonte de carbono e energia, e poderiam contribuir com os processos de biorremediação em caso de acidentes na região antártica, uma vez que o Tratado da Antártica proíbe a introdução de organismos alóctones. Foram também isoladas bactérias degradadoras de PCBs de solos e de sedimentos marinhos na Baía do Almirantado. Elas pertencem a diferentes gêneros como *Rhodococcus*, *Acinetobacter*, *Bacillus* e outros.

Os genes associados às enzimas responsáveis pela degradação desses compostos estão sendo analisados, seqüenciados e comparados quanto a sua dispersão nas regiões polares, temperadas e tropicais, para estudos associados à evolução e à adaptação desses microrganismos quanto a impactos ambientais.

Os estudos da biogeografia dos microrganismos e seus genes já mostraram, por exemplo, que a bactéria do gênero *Rhodococcus*, degradadora de hidrocarboneto, é um membro

predominante da comunidade dos solos polares, contaminados ou não. E também que alguns genótipos de bactérias degradadoras estão presentes, com maior freqüência, em solos expostos a baixas temperaturas que os expostos a altas temperaturas. Por outro lado, alguns genótipos de bactérias degradadoras foram encontrados apenas em solos previamente contaminados por hidrocarbonetos podendo, dessa forma, indicar a ocorrência da exposição prévia do ambiente ao composto.

Projeto:

Análise da biodiversidade e biogeografia de microrganismos indicadores de poluição fecal, degradadores de compostos xenobióticos e análise da estrutura de comunidade na Baía do Almirantado – Microbio

Coordenadora:

Vivian Helena Pellizari – Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (ICB-USP)

Fone: (11) 3091-7205

E-mail: vivianp@usp.br

Equipe:

Drª. Vivian Helena Pellizari – ICB-USP

Drª. Rosana Filomena Vazoller – ICB-USP

Dr. Gilson Paulo Manfio – Natura Inovação e Tecnologia de Produtos Ltda.

Drª. Valéria Maia de Oliveira – Unicamp

Drª. Fabiana Fantinatti-Garboggini – Unicamp

Drª. Adriana Philippi Luz – ICB-USP

Drª. Fernanda Piza – Unicamp

Drª. Cristina Rossi Nakayama – ICB-USP

Drª. Eveline Wilma Coutinho Farias – ICB-USP

Dr. Giovani Sebben Bellincanta – ICB-USP

Drª. Márcia Caruso Bícego – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)

Drª. Rosalinda Carmela Montone – IOUSP

Dr. Charles Greer – National Research Centre, Canadá

MSc. Fernando Rebelo Nastasi – ICB-USP

MSc. Rosa de Carvalho Gambá – ICB-USP

BSc. Emanuele Kuhn – ICB-USP







Qualidade da água antártica

A presença de certos elementos químicos dissolvidos caracteriza a qualidade da água e, em consequência, fornece a base para o desenvolvimento da cadeia alimentar.

Nutrientes, micronutrientes e elementos traço e indicadores biológicos na Baía do Almirantado são objetos de estudo do Projeto Hidrogeoquímica da Baía do Almirantado. Com relação aos nutrientes e micronutrientes, além das coletas realizadas de 2002 a 2005, foi feito o levantamento de dados pretéritos – já que foi realizada pesquisa semelhante há 25 anos.

Pelo Hidrogeoquímica foram investigados os mesmos pontos em que foram realizadas coletas em 1988, agora associados aos metais traço e foraminíferos (pequenos organismos que servem como indicadores biológicos das condições ambientais).

Os nutrientes principais no meio marinho são Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Silício (Si), elementos básicos para a formação da matéria viva, como o fitoplâncton marinho. Normalmente, os nutrientes estão disponíveis em grandes concentrações em águas antárticas, como verificado pela equipe. Os valores observados atingiram até $5,67 \mu\text{M}$ de P-fosfato, $44,95 \mu\text{M}$ de N-nitrato e $196,70 \mu\text{M}$ de Si-silicato.

Os nutrientes participam da manutenção da cadeia trófica na região antártica e também da formação de massas de água profundas, que mergulham na região polar e passam a auxiliar, junto aos valores de salinidade e temperatura, a identificação de massas de água de origem polar em vários pontos profundos dos oceanos, em especial no Atlântico Sul.

Micronutrientes (Ferro, Cobalto e Cobre entre outros) são necessários, em pequenas quantidades, ao desenvolvimento pleno da matéria viva e seriam equivalentes às vitaminas para os organismos superiores. Tal qual as vitaminas, metais traços, quando ocorrem em grande quantidade, são nocivos à biota.

É conhecido que o solo do continente antártico, assim como o de suas ilhas, é rico em minerais e foi observado que

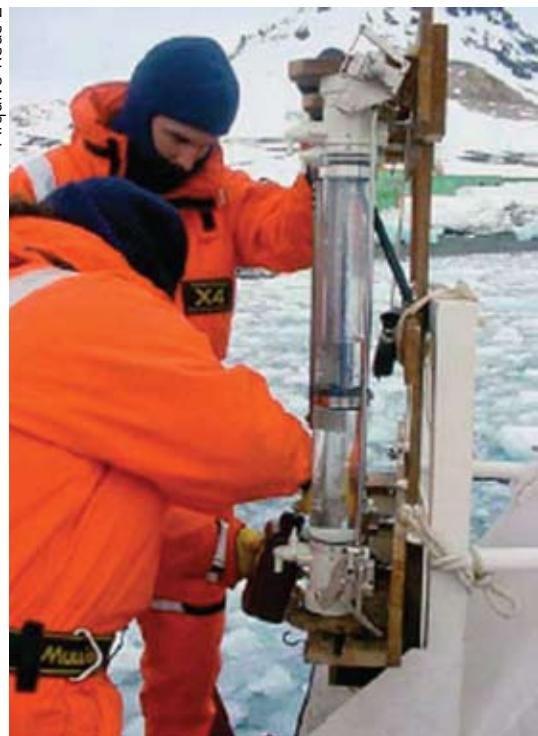
Metais traços, em sua maioria são elementos com densidade cinco vezes maior que a da água. Ocorrem naturalmente na água do mar, mas em concentrações muito pequenas: parte por bilhão (ppb) ou parte por trilhão (ppt). As ações antrópicas contribuem, de modo efetivo, para aumentar o nível de metais traços nos ecossistemas. Os metais traços mais conhecidos pelos seus efeitos tóxicos são Chumbo (Pb), Cádmio (Cd), Mercúrio (Hg), Arsénio (Sb) e Cromo (Cr), entre outros.

os valores de metais traços dissolvidos nas águas da Baía do Almirantado, bem como presente em seu sedimento de fundo, revelam valores naturais acima dos valores observados em sistemas tropicais. Existe, portanto, uma exposição natural da biota antártica aos metais traços, mas também foram constatados alguns pontos sob influência antrópica. Um estudo sobre especiação química dos metais e sua biodisponibilidade deverá completar as informações sobre a importância dos elementos traços nesta região. Polifosfatos e surfactantes aniónicos (detergentes) presentes na água do mar, sinal evidente da interferência humana, também foram avaliados pela equipe e mostram que atividades de disposição de águas usadas na baía, antigas e recentes, devem ser fortemente controladas pela equipe, e os resultados indicam a necessidade de maior controle/cuidado na disposição de águas cinzas na baía.

Foraminíferos – A qualidade da água gera reflexos nos seres que vivem nela. Em alguns organismos, esse reflexo é mais evidente e, em função disso, são usados como indicadores biológicos da qualidade ambiental. Os foraminíferos vivem junto ao fundo sendo estudados para revelar a qualidade da água e do sedimento de fundo ao qual estão intimamente ligados, mostrando características saudáveis ou anômalas segundo o grau de impacto ambiental a que estão sujeitos.

Os parâmetros biogeoquímicos associados à hidrodinâmica local permitem uma avaliação da qualidade do corpo de água desta importante região de estudo.

Arquivo Rede 2



Fotos: Arquivo Rede 2



Projeto:

Hidrogeoquímica da Baía do Almirantado – Hidrogeoquimba

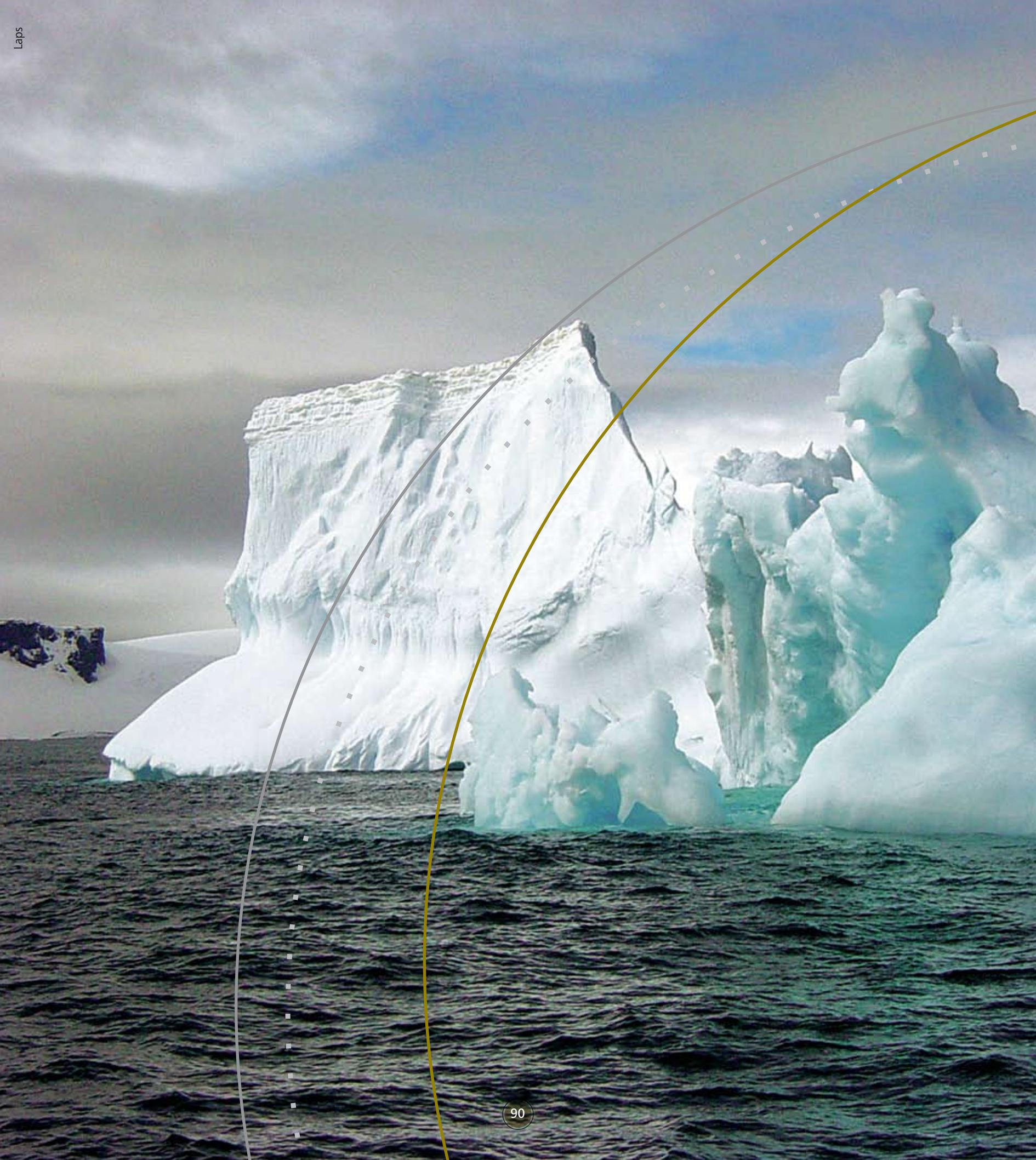
Coordenadora:

Elisabete S. Braga G. Saraiva – Laboratório de Nutrientes, Micronutrientes e Traços no mar (LABNUT) – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)
Fone: (11) 3091-6568
Fax: (11) 3091-6610
E-mail: edsbraga@usp.br

Equipe

Drª. Elisabete de Santis Braga da Graça Saraiva – IOUSP
Drª. Beatriz Becker Eichler – IOUSP
Drª. Déborah Ines Teixeira Fávaro – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)
Drª. Bárbara Pacci Mazzilli – IPEN
Dr. Ricardo Riso – Institut Universitaire Européen de Mer, França
Dr. Fabiano da Silva Attolini – IOUSP
Técnico Vitor Gonzalez Chiozzini – IOUSP
Técnico Gilberto Ivo Sarti – IOUSP
Drª. Valquíria Maria de Carvalho Aguiar – IOUSP
Doutoranda Gláucia Bueno Benedetti Berbel – IOUSP
Doutorando André Rosch Rodrigues – IOUSP
Graduando João Carlos Cattini Maluf – IOUSP





Comportamento das correntes na enseada Martel

Estudo mostra como as correntes se comportam sob a ação das principais forças que geram movimento na água do mar: marés, ventos e gradientes de densidade.

O movimento da água do mar interfere nos demais processos do meio marinho. A direção e a intensidade das correntes influenciam padrões sedimentológicos e químicos.

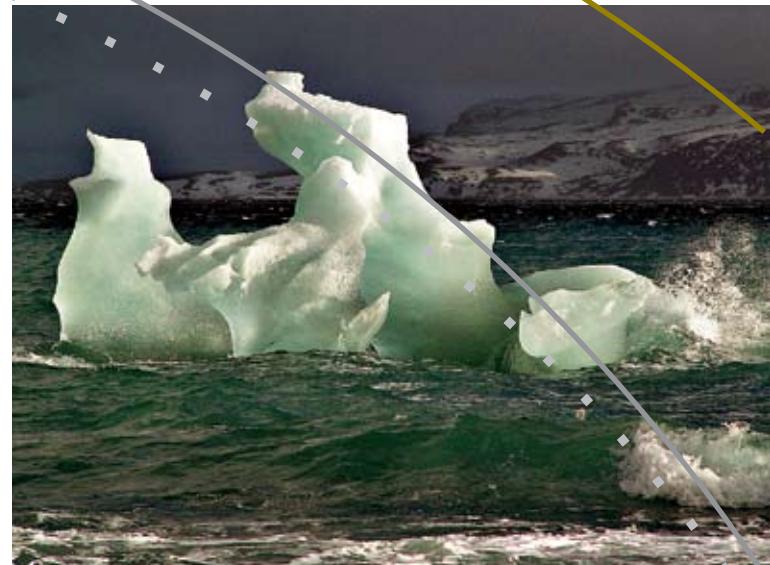
As comunidades biológicas também apresentam reflexos do movimento da água, seja pela dispersão de larvas, que são levadas pelas correntes, seja pela distribuição de alimento ou de substâncias nocivas. Portanto, o estudo de circulação é fundamental para o estudo das demais áreas oceanográficas.

A circulação e a qualidade da água na Baía do Almirantado durante o verão foram objeto de estudo, com utilização de modelagem matemática para simular tridimensionalmente as correntes marinhas e sua variabilidade temporal.

Para isso, é empregada uma suíte computacional que simula a circulação, o transporte de sedimentos e a qualidade de água sob diversas condições das forçantes: ventos, marés e efeitos baroclínicos, associadas à penetração de águas externas à Baía do Almirantado. Com isso, estará concluído o modelo hidrodinâmico, que servirá para a elaboração do modelo de qualidade da água.

Para implementação e calibração do modelo é necessário que haja um banco de dados de boa qualidade. Como o grupo coletou dados de corrente e propriedades da água do mar, durante os verões de 2001 e 2002, esses dados servirão para dar consistência aos resultados modelados.

Na avaliação da qualidade da água, é considerada a interação da circulação com algumas variáveis ambientais – advecção de substâncias conservativas e não-conservativas; nutrientes (amônia, fosfato, nitrato e silicato); matéria orgânica e demandas química e biológica de oxigênio.



Fotos: Armando Haddad



A integração dos modelos numéricos possibilita a avaliação da interação de processos físicos, químicos e biológicos. Essa integração tem inúmeras aplicações científicas e práticas como, por exemplo, o monitoramento de acidentes envolvendo derramamento de substâncias poluentes nas águas.

Resultados preliminares indicam que a circulação na Baía do Almirantado e na Enseada Martel é forçada, preponderantemente, por marés e pelos efeitos baroclínicos associados à diferenças espaciais de densidade da água do mar.

A influência do vento não parece ser preponderante para a geração do campo de correntes. As trocas de água entre a Baía do Almirantado e a plataforma continental adjacente aproximam-se de um modelo de circulação estuarina: correntes para o interior da baía na camada inferior e com sentido contrário na camada superior. É notável a energia das componentes diurnas de maré na região, comparável àquelas das componentes semi diurnas.

Projeto:

Modelagem da Qualidade da Água na Baía do Almirantado – Modquali

Coordenador:

Belmiro Mendes de Castro Filho
Fone: (11) 3091-6613
Fax: (11) 3032-3092
E-mail: bmcastro@usp.br

Equipe:

Dr. Belmiro Mendes de Castro Filho – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)
Dr. Roberto Fioravanti Carelli Fontes – Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Dr. Luiz Bruner de Miranda – IOUSP
Graduando Helvio Prevelato Gregório – IOUSP
BSc. Francisco Luiz Vicentini Neto – IOUSP





Mapa do fundo

Com a utilização de sonar de varredura lateral e ecossondagem, foi possível o reconhecimento das feições de fundo da Enseada Martel.

A plataforma continental da Antártica é a mais profunda do mundo – a média é de 500 metros, podendo atingir mais de um quilômetro em alguns pontos. Além disso, a topografia é bastante acidentada. Na Baía do Almirantado, a situação não é muito diferente: a topografia de fundo é íngreme e irregular, com relevo caindo abruptamente a partir da linha de costa, ultrapassando os 500 metros na porção central.

Até 2002, haviam sido feitos estudos pontuais de fundo em determinadas regiões da Enseada Martel. Foi feito, agora, o mapeamento do entorno da enseada, com a utilização de sonar de varredura lateral e ecossondagem.

Essas técnicas permitem que seja feito um mapeamento do fundo do mar, inclusive com a possibilidade de identificar as principais unidades sedimentares (lama, areia ou rocha), e determinar sua profundidade. A informação é fundamental para compreender os principais processos que regem a dinâmica sedimentar costeira na área, principalmente para auxiliar os grupos que estudam a fauna bentônica (aquele que vive em contato com o sedimento), inclusive para o planejamento das pesquisas.

Outra importância desse estudo é que ele ajuda a elucidar a ação dos icebergs sobre o fundo do mar. O deslocamento de um iceberg em contato com o fundo marinho gera uma grande depressão (ele raspa e remove o sedimento de fundo). Essas depressões têm a aparência de cicatrizes, chamadas *ice-scours* (nome, em inglês, para cicatriz de gelo), que causam modificações no substrato e eventuais danos à comunidade que nele vive e que, muitas vezes, não se recupera.

É possível, ainda, avaliar a quantidade de icebergs que passou pela região em época remota e comparar esse dado com os atuais, visando a identificar variações na intensidade



Armando Haddano

desse processo. Quanto maior a fragmentação dos glaciares e conseqüente formação de icebergs, maior a ocorrência de *ice-scours*. Dessa forma, essa pesquisa pode trazer subsídios para a análise do aquecimento global.

Com os resultados, foi possível elaborar mosaicos de sonar de varredura lateral e reconhecer as áreas de maior ocorrência dos *ice-scours* nos trechos analisados.



Projeto:

Caracterização Textural da Superfície de Fundo e suas Relações com a Dinâmica Sedimentar na Enseada Martel – Cadismar

Coordenador:

Michel Michaelovitch de Mahiques – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)

Fone: (11) 3091-6609

Fax: (11) 3091-6610

E-mail: mahiques@usp.br

Equipe:

Dr. Michel Michaelovitch de Mahiques – IOUSP

MSc. Marcelo Rodrigues – IOUSP

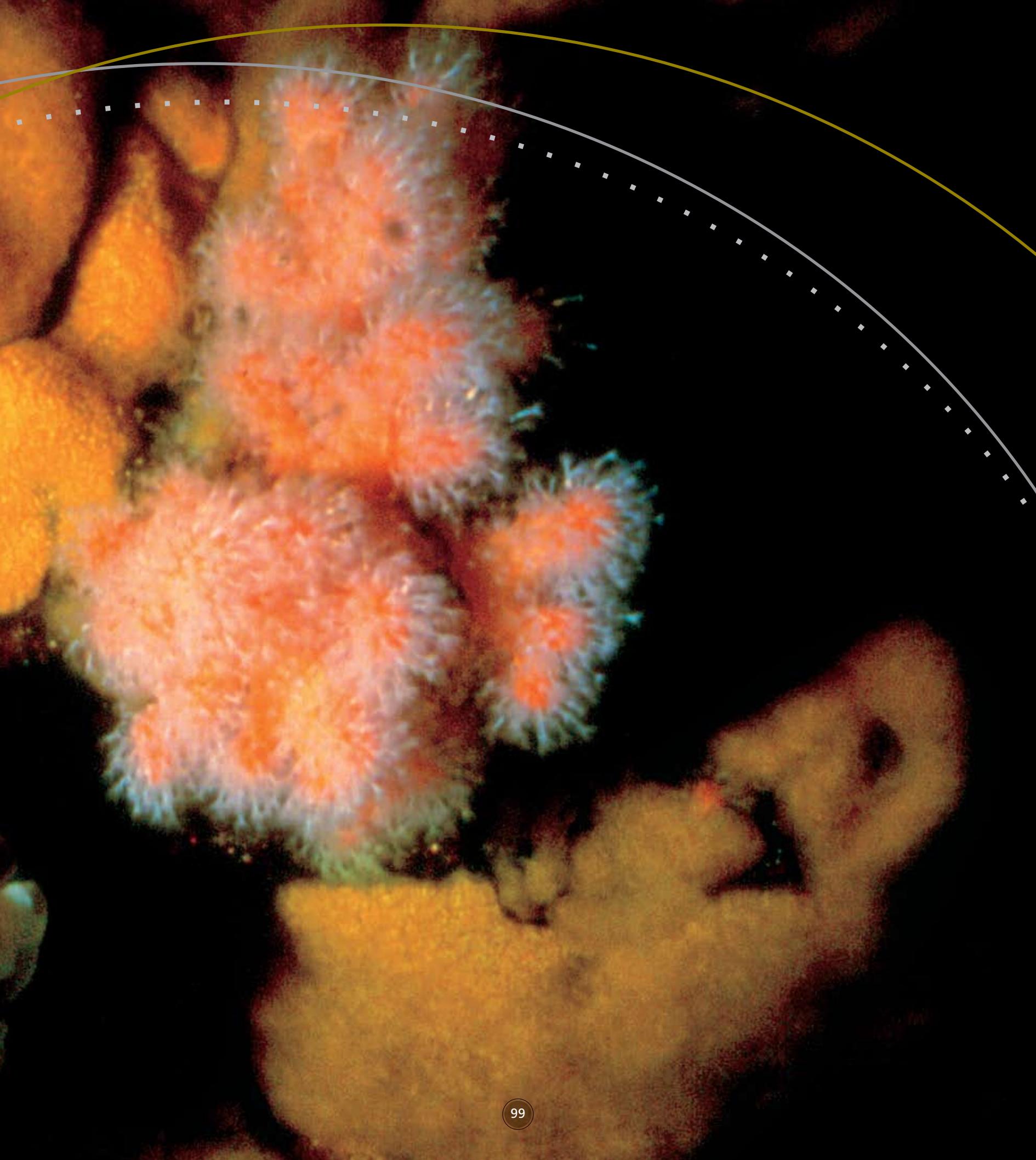
Dr. Luiz Antonio Pereira de Souza (Laps) – IPT-SP

Técnico Edilson de Oliveira Faria – IOUSP

Técnico Clodoaldo Vieira Tolentino – IOUSP









Animais do fundo do mar

Animais que vivem em contato com o fundo do mar refletem a qualidade do ambiente.

As comunidades bentônicas, presentes desde a zona entre-marés até as grandes profundidades, são constituídas por organismos que vivem associados a um substrato, seja ele consolidado ou não. A maior parte desses organismos é constituída por invertebrados de hábitos de vida relativamente sedentários, sendo muito úteis como indicadores de efeitos locais de distúrbios e da qualidade ambiental de áreas costeiras. O conhecimento da estrutura (densidade, biomassa, composição específica e diversidade) dessas comunidades constitui elemento básico para fundamentar futuras investigações de alterações ambientais, como provável resultado da continuidade da presença humana e de suas instalações, além de ser importante instrumento para um plano de gerenciamento ambiental.

O ambiente costeiro é o mais complexo e produtivo ecossistema da Antártica e, provavelmente, um dos mais sensíveis às mudanças ambientais. Apesar da presença atual de cinco instalações de pesquisa na Baía do Almirantado, duas com guarnição permanente, as características das comunidades bentônicas da zona costeira rasa da Enseada Martel parecem ser influenciadas principalmente por fatores naturais.

O impacto do gelo no fundo pelo encalhe de blocos de gelo tem sido considerado tema importante em estudos polares, já que o aquecimento global verificado em nosso planeta poderá aumentar consideravelmente a ocorrência desses eventos.

Os resultados de estudos preliminares demonstram que a Baía do Almirantado é representativa do ecossistema costeiro antártico, principalmente em termos de distribuição e composição de espécies.

Análise preliminar das relações tróficas na zona costeira rasa de algumas áreas da Baía do Almirantado foi efetuada através do uso de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio durante dois verões austrais. Diferenças locais nessa estrutura



Fotos: Luciano Candisani



Mônica Petti



Projeto Bentos



Tânia Brito



Neusa Paes Leme



Projeto Bentos



Tânia Brito

podem ser atribuídas a processos naturais alheios às atividades humanas e seu conhecimento servirá como base para o monitoramento da área próxima à Estação Brasileira, possivelmente a mais vulnerável à influência antrópica na Enseada Martel. Amostras coletadas em locais selecionados como pontos de controle, em contraposição aos passíveis de impactos, não sugeriram efeito antrópico até o momento.

O papel dos bentos no processo de transferência de energia continua sendo pouco conhecido e este fato torna-se ainda mais relevante em relação aos ecossistemas marinhos polares que são reconhecidos entre os mais produtivos do mundo, em determinadas fases do ano.

Os resultados pretéritos disponíveis dos bentos da Baía do Almirantado estão sendo sistematizados, padronizados e relacionados, de modo integrado, aos resultados de pesquisas mais recentes realizadas por outros grupos da área de bentos, bem como de química, física e geologia. Assim, está sendo feita a descrição do panorama das comunidades bentônicas e a identificação das áreas onde essas podem estar mais afetadas ou não. No futuro, pretende-se estabelecer um eficiente monitoramento ambiental, considerando tanto efeitos antrópicos como naturais.



Tânia Brito



Projeto Bentos

Projeto:

Avaliação do Conhecimento da Estrutura das Comunidades Bentônicas para o Gerenciamento Ambiental da Baía do Almirantado – Gababentos

Coordenadora:

Thaïs Navajas Corbisier – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)

Fone: (11) 3091-6592

Fax: (11) 3091-6607 ou 3032-3092

E-mail: tncorbis@usp.br

Equipe:

Drª. Thaïs Navajas Corbisier – IOUSP

Drª. Mônica Angélica Varella Petti – IOUSP

Dr. Edmundo Ferraz Nonato – IOUSP

Dr. Rodrigo Soares Pereira de Skowronski – HRT Petroleum, IOUSP

Drª. Sandra Bromberg – IOUSP

Drª. Tânia Aparecida Silva Brito – MMA

Dr. Paulo Paiva – UFRJ

MSc. Francyne Elias Piera – IOUSP

BSc. Paula Foltran Gheller – IOUSP

Graduanda Nathalye Evelyn ArmecyMieldazis – IOUSP

Graduando Marcus Vinícius Hirama – IOUSP

BSc. Juliana do Amaral Gurgel – IOUSP

BSc. Maria Cláudia Yuri Ujikawa – IOUSP

Fotógrafo: Luciano Candisani

Fotos: Luciano Candisani





Efeito dos dejetos nas comunidades marinhas

Um outro grupo de bENTOS analisa o impacto que os resíduos de esgoto e óleo gerados pela EACF provocam no bENTOS, organismos que vivem no sedimento no fundo do mar.

Para compreender a relação entre os dejetos produzidos pelo homem e os organismos que vivem no substrato marinho da Antártica, o Grupo de Estudos Ambientais em BENTOS (Geamb) pesquisou as comunidades bentônicas na zona costeira rasa da Baía do Almirantado, onde se localiza a Estação Antártica Comandante Ferraz.

Foram comparadas a densidade e a diversidade de animais que compõem as comunidades bentônicas no início do verão – quando ainda há pouca produção de esgoto e movimentação de máquinas na frente da EACF –, com o final do verão, época em que maior quantidade de esgoto (tratado) é despejada no mar. O trabalho durou quatro anos e, em breve, será possível comparar variações que ocorrem no ambiente em verões consecutivos.

Foi feita observação, identificação e contagem de animais da macrofauna (grupo de organismos retidos numa peneira de 0,5 mm de malha). O sedimento, coletado principalmente com uma *mini box corer* (MBC), desenvolvida pela equipe, é retirado em blocos, que são “fatiados” em estratos de 2 centímetros de altura, o que permite a avaliação dos 10 primeiros centímetros de sedimento. Foi a primeira vez que se utilizou esse tipo de equipamento em águas rasas na Antártica. O grupo também utiliza um pegador de fundo *van Veen* para coletar sedimento na Baía do Almirantado.

O Geamb trabalhou com um delineamento amostral assimétrico: análise de uma área potencialmente mais impactada pela atividade humana, como a saída do esgoto da estação, comparada com mais quatro áreas de referência, de características físicas semelhantes que, a princípio, não apresentam impacto





Fotos: Tânia Brito



antrópico. Essas outras áreas, no entanto, também sofrem outros impactos, naturais. Por isso, são considerados diversos fatores, como salinidade, temperatura, clorofila na água, nutrientes, tamanho dos grãos de areia, quantidade de matéria orgânica, presença ou não de óleos, poluentes orgânicos, metais pesados entre outros. Visando a identificar os possíveis reflexos na biota, o fitoplâncton é avaliado para fornecer subsídios à compreensão da dinâmica planctônica, por meio de alterações em seus aspectos estruturais (composição e abundância).

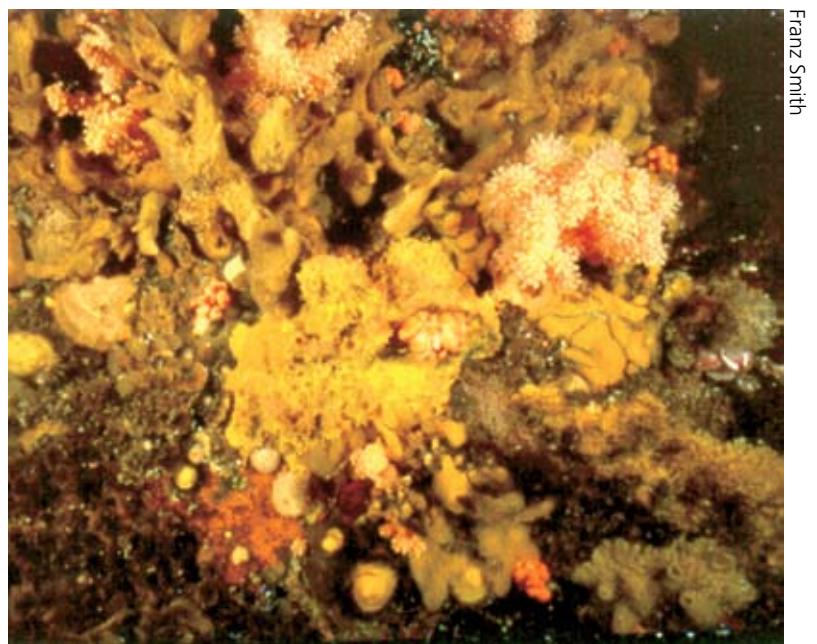
O maior número possível de parâmetros ambientais e biológicos é medido para se realizar uma análise estatística que compara como esses parâmetros estão influenciando na estrutura da comunidade bentônica. Quanto maior o número de parâmetros medidos nos mesmos locais onde a fauna local é estudada, mais robusta é a análise e mais precisa é a resposta em relação ao efeito da EACF naquela área. Não se pode medir somente o fator de poluição, porque, às vezes, a variação encontrada na fauna não é consequência de poluição, mas de condições diversas, como a própria movimentação de blocos de gelo, variações de salinidade e temperatura ou outra atividade biológica.

A análise do fitoplâncton, coletado em amostras de água nos mesmos pontos que o bentos, fornece subsídios ao Geamb, uma vez que as variações em suas características refletem as condições de massa d'água (costeira ou oceânica), bem como as oscilações nas condições de gelo.

Na condição de produtor primário, as variações dessas comunidades podem afetar direta ou indiretamente o bentos. Além disso, aspectos relativos à etologia alimentar de organismos suspensívoros (planctófagos) e depositívoros e raspadores, que se alimentam do microfitobentos, estão diretamente relacionados.

A organização das pesquisas em redes permite que vários grupos analisem, em conjunto, as mesmas amostras. Além da parceria com o Grupo de Pesquisa de Bentos Antárticos (Gababentos) do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP), que estuda essas comunidades sob diversos aspectos desde 1988, o Geamb trabalhou com outras equipes da USP, UFES, UFV, UFF, USU, envolvendo coletas em outros seis projetos da rede voltada para avaliação de impactos ambientais.

Dados preliminares mostram que a densidade total e composição da fauna bentônica não apresentaram grandes variações entre áreas passíveis de impacto antrópico e áreas estudadas como referência, exceto na área próxima do efluente de esgoto da EACF, em 20 m de profundidade até uma distância entre 100-200 m da linha da costa. Processos naturais, como o encalhe de gelo ou variações inter-anuais na produção primária da coluna d'água, ainda são os fatores que mais influenciam nas variações encontradas nas comunidades bentônicas da região. Outro dado interessante é que, por meio do sedimento coletado na Antártica com a MBC, foi possível analisar a distribuição vertical dos organismos. Apesar da fauna se concentrar nos primeiros centímetros do sedimento, ela também pode ser encontrada em grande quantidade nas camadas inferiores (até 10 cm), diferentemente do que ocorre em outros ambientes extremos como as regiões oceânicas profundas, onde a maior abundância de organismos geralmente ocorre nos dois primeiros centímetros. Talvez este fato esteja relacionado a uma adaptação da fauna antártica em resposta ao distúrbio causado pelo gelo na superfície do sedimento.



Projeto:

Implantação de Estratégia de Monitoramento de Impacto Ambiental na Fauna Bentônica da Zona Costeira Rasa da Baía do Almirantado – Geamb

Coordenadora:

Lúcia de Siqueira Campos – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – CCS/IB
Fone: (21) 2562-6369
Fax: (21) 2560-5993
E-mail: campos-lucia@biologia.ufrj.br

Equipe:

Drª Lúcia de Siqueira Campos – IB/UFRJ
Drª Helena Passeri Lavrado – IB/UFRJ
Drª Denise Rivera Tenenbaum – IB/UFRJ
Dr Flávio Passos – UNICAMP
Drª Maria Teresa Valério Valberardo – Mackenzie
Drª Michelle Klautau – IB/UFRJ
Dr Paulo César de Paiva – IB/UFRJ
Dr Carlos Renato Rezende Ventura – MN/UFRJ
Dr Carlos Alejandro Echeverría – IB/UFRJ
Drª Maria Claudia Guimarães Grillo – PETROBRAS
M. Sc Maria Patrícia Curbelo Fernandez – IB/UFRJ
M. Sc Adriana Luiza Pimenta Sant'Iago de Carvalho – IB/UFRJ
M. Sc. Cristina Ostrowski – IB/UFRJ
M. Sc Elisa Maria da Costa e Silva – IB/UFRJ
M. Sc Renata Nogueira Pires Lima – MN/UFRJ
M. Sc Rômulo Barroso Batista – IB/UFRJ
B. Sc. Edgard Gil Bessa – IB/UFRJ
B. Sc. Frederico Nunes da Silva – IB/UFRJ
B. Sc. Iuri Veríssimo de Souza – IB/UFRJ
B. Sc. Letícia Barbosa – IB/UFRJ
B. Sc Paola Carvalho Cunha – IB/UFRJ
B. Sc. Priscila Kienteca Lange – IB/UFRJ
B. Sc. Rafael Bendayan de Moura – IB/UFRJ
B. Sc. Renata Maria Goulart da Silva – IB/UFRJ
B. Sc Roberta Frensel – IB/UFRJ
B. Sc Ricardo Bastos Guimarães – IB/UFRJ
B. Sc. Virgínia Lauria Filgueiras – IB/UFRJ
Graduando (Biologia) André Linhares Rossi – IB/UFRJ
Graduando (Biologia) Glauco Oliveira Araújo – IB/UFRJ
Graduando (Biologia) Leandro de Oliveira Costa – IB/UFRJ
Graduando (Biologia) Evandro Monteiro – IB/UFRJ
Graduando (Biologia) Renan da Silva Ribeiro – IB/UFRJ

Fotos: Tânia Brito





Indicadores biológicos

A utilização de peixes e anfípodes como indicadores da presença de poluentes na Baía do Almirantado.

Organismos podem ser utilizados como bioindicadores desde que apresentem determinados processos vitais que respondam a variações ambientais de forma mensurável e esses processos possam ser utilizados como parâmetros para avaliar essas alterações.

Foi desenvolvido um estudo para detectar a presença de determinados elementos químicos na Baía do Almirantado, utilizando como bioindicadores peixes (*Trematomus newnesi*) e anfípodes (*Bovallia gigantea*). Esses animais são apropriados para ser utilizados como bioindicadores pois são sensíveis às flutuações de fatores ambientais, têm hábitos alimentares e ciclo de vida bem conhecidos e estão sendo utilizados para monitoramento ambiental na Antártica por pesquisadores de outros países. Além disso, são fáceis de coletar, de transportar para o Brasil e podem ser mantidos vivos em laboratório.

Buscaram-se respostas para perguntas do tipo: o animal submetido a uma condição de impacto ambiental, como responde? E ainda: podemos ou não utilizar essa resposta como indicador da presença do poluente?

Estão sendo utilizados como parâmetros sistemas enzimáticos que reagem de maneira mais previsível nesses organismos, bem como os danos observados nos cromossomos e no DNA de células sanguíneas ou hemolinfáticas. As enzimas estudadas são da categoria das oxidases de função múltipla (MFO) que ocorrem nas membranas celulares, principalmente do retículo endoplasmático. A concentração delas está, freqüentemente, relacionada com a concentração do elemento tóxico. Os danos aos cromossomos estão sendo avaliados pelo ensaio de micronúcleo, e os danos ao DNA pela detecção de quebras nas fitas de DNA por meio do ensaio cometa.





Fotos: arquivo Rede 2

É a primeira vez que é feito esse tipo de estudo na Antártica.

Parte da pesquisa é realizada no campo, para monitorar as condições na Baía do Almirantado, e parte é realizada em laboratório, onde são estabelecidos os padrões de respostas. Os animais estão sendo submetidos a poluentes que existem no ambiente antártico, em quantidade muito pequena, tais como derivados de petróleo, detergentes e metais pesados. A equipe de pesquisa está estabelecendo o efeito dessas substâncias sobre os sistemas enzimáticos e sobre a integralidade do genoma dos animais. A ocorrência das substâncias está sendo estudada por outros grupos da rede criada para estudar o impacto ambiental provocado pela presença humana na Baía do Almirantado.

Em experimentos de campo, os animais são submetidos às condições locais. Peixes e anfípodes são colocados em gaiolas – uns em local sem nenhuma contaminação e outros em locais que podem ter alguma influência do homem (saída do esgoto, próximo aos tanques de combustível, e nos lugares onde as embarcações entram e saem). Após um determinado tempo de exposição, os marcadores são estudados. Os dados obtidos no campo podem ser comparados aos dados alcançados em laboratório.

Projeto:

Monitoramento do impacto ambiental na Baía do Almirantado por meio de biomarcadores – MONIBIO

Coordenador:

Phan Van Ngan – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP)
Fone: (11) 3091-6548
Fax: (11) 3091-6607
E-mail: phanvn@usp.br

Equipe:

Dr. Phan Van Ngan – IOUSP
Dr. Vicente Gomes – IOUSP
BSc. Maria José de Arruda Campos Rocha Passos – IOUSP
Dr. Arthur José da Silva Rocha – IOUSP
Mestranda Débora Yamane Furquim Campos – IOUSP
Mestranda Keyi Ando Ussami – IOUSP
Doutoranda Thaís da Cruz Alves dos Santos – IOUSP









Aves e pinipédios

Grupo realiza contagem de aves e pinipédios presentes na Baía do Almirantado e estuda possíveis impactos da ação humana nas comunidades de aves.

A Baía do Almirantado tem 93 quilômetros de costa, na época de degelo. A área física corresponde a aproximadamente 388 quilômetros quadrados, sendo 131 quilômetros quadrados de área coberta por água e 19 quilômetros quadrados de área livre de gelo durante o verão austral, onde as aves se instalaram no verão. Há, na região, 13 espécies de aves residentes, sendo três espécies de pingüins (Adélia, Antártico e Papua), que são aves não voadoras, e dez espécies de aves voadoras. Há, também, cinco espécies de pinipédios (foca de Weddell, foca-caranguejeira, elefante-marinho, lobo-marinho e foca-leopardo).

O censo de aves e pinipédios, com mapeamento e distribuição destes animais, suas áreas de reprodução e muda de tegumento, foi comparado com dados históricos, tornando possível a avaliação de alterações e de impactos causados por atividade humana local. Os resultados sugerem redução geral no número de aves e pinipédios na baía. Os pingüins, de cerca de 100 mil no passado, hoje somam 24 mil. De modo geral as outras aves também tiveram suas populações reduzidas, exceto os gaivotões e os skuas. Algumas áreas de reprodução e de muda de penas e pêlos ocupadas por várias espécies no passado, hoje não existem mais porque foram ocupadas por construções e trilhas de acesso. Com a confecção do mapa de ocupação das aves e pinipédios, é possível evitar o confronto, pois permite planificação prévia.

Para o deslocamento em campo foram utilizados embarcações e helicóptero, além de caminhadas extensas. Binóculos e lunetas foram utilizados para identificação dos animais. A marcação dos locais de ocupação foi realizada com auxílio de GPS e mapas prévios. Fotografias também foram utilizadas para avaliação da quantidade de aves que nidificam em grandes grupos.

Além das atividades de quantificação e distribuição da comunidade de aves e pinipédios, realizamos o anilhamento,

Ricardo Burgo



Armando Hadano



Armando Hadano





ou marcação de algumas espécies. Cada anilha tem uma numeração própria e endereço para correspondência que possibilita estudos mais detalhados sobre longevidade, deslocamentos e comportamento. O anilhamento é realizado com apoio do Centro de Estudos e Migração de Aves (Cemave), do Ibama. Com a recuperação de aves anilhadas em anos anteriores, identificamos que alguns skuas chegam ao Nordeste do Brasil e que os petréis-gigantes, após o seu primeiro ano de vida, vão à África, ao mar Índico e alcançam a Austrália. Retornam para a Baía, após 2 a 3 anos de vida, na tentativa de iniciar a reprodução. Adultos dessa espécie também alcançam a costa litorânea brasileira. Dessa forma, percebe-se que o Brasil tem íntima relação com a Antártica, pois muitas espécies de aves anualmente migram da Baía e de outras regiões para o nosso mar territorial.

De maneira geral, e através de constatações em campo e posterior análise, percebe-se que o aumento das atividades científicas e, de modo gradual, o apoio logístico sem planificação multidisciplinar provocam ações diretas na redução populacional desses animais. Também o incremento da atividade de turismo esta aumentando e em muito contribui no impacto sobre essas aves. Paralelamente às atividades de campo, registramos a presença de lixo sólido na baía, onde registramos que 38% pertencem a expedições anteriores aos anos 60 e que 62% são atuais. Deste total, 22% são de atividades científicas.

Percebe-se também que existem aves que não suportam atividade humana em suas proximidades, como por exemplo

o petrel-gigante e os trinta-reis-antárticos. O menor distúrbio contribui ao abandono do ninho. Outras, como as skuas, permitem a aproximação humana, e desta forma são beneficiadas. Portanto, além dos fatores naturais que interferem nas aves e focas, a atividade humana deve ser previamente planejada, e envolvendo todos os conhecimentos. Dessa forma, a conservação do ecossistema da baía será possível.

Martin Sander



Ricardo Burgo



Armando Hadano



Projeto:

Distribuição, abundância e biologia das aves da Baía do Almirantado, Ilha Rei George – Shetland do Sul – Aves

Coordenador:

Martin Sander - Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Fone: (51) 3591-1100 - Ramal: 2240 ou (51) 99120872

E-mail: sander@unisinos.br

Equipe:

Martin Sander - UNISINOS

Drª Maria Virgínia Petry - UNISINOS

Graduanda Ana P. B. Carneiro - UNISINOS

Graduando Cesar R. dos Santos - UNISINOS

Graduanda Suélen A. Garcia - UNISINOS

Graduando Lucas K. Garcia - UNISINOS



Flora Antártica

Pesquisadores identificam, descrevem e mapeam as comunidades vegetais em áreas de degelo adjacentes à Baía do Almirantado.

O turismo antártico é uma atividade que tem gerado muita preocupação. A presença humana, por si só, causa impacto no ambiente. Enquanto as visitas ao Continente Gelado vinham sendo feitas somente em função de pesquisa, o impacto era localizado.

O incremento do número de turistas para a região, com a perspectiva de aumento em grande escala, pode provocar danos ao ecossistema, o mais frágil do planeta. Nesse ecossistema, os vegetais são especialmente frágeis. Comunidades que podem levar cem anos para se estabelecer, quando pisoteadas, levam muito tempo para se recuperar ou nunca se recuperam.

Para possibilitar, futuramente, a avaliação desse possível impacto sobre a vida vegetal e acompanhar a evolução das formações vegetais localizadas na região da Baía do Almirantado, foi feito trabalho de mapeamento e descrição das comunidades vegetais das áreas de degelo adjacentes à baía.

Foram elaborados mapas temáticos com a distribuição das comunidades vegetais e listadas as espécies que ocorrem na área estudada. Esses dados servirão como base para estudos futuros sobre a evolução das comunidades vegetais, dinâmicas das populações e avaliação de impactos ambientais.

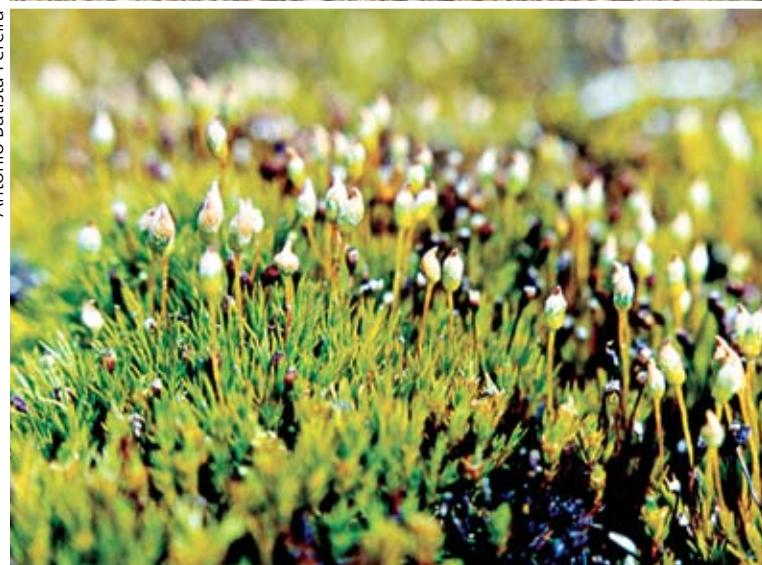
Além da identificação das espécies, foi realizado estudo fitossociológico para localizar as diferentes formações vegetais que ocorrem. Foram comparadas as formações vegetais relacionadas às colônias de aves com as comunidades vegetais que crescem em regiões delas afastadas.

As plantas da Antártica vivem sob intenso estresse, principalmente por crescerem em ambientes áridos e de temperaturas muito baixas. O clima da região sofre influência da corrente oceânica e dos ventos. O verão é curto e frio, com temperatura máxima em torno de zero grau centígrado. Durante esse

Antônio Batista Pereira

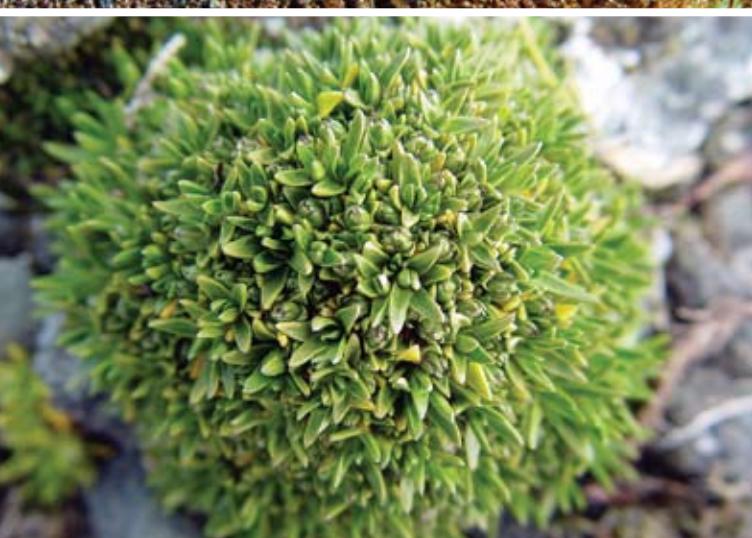


Antônio Batista Pereira



Tânia Brito





período é freqüente a precipitação acentuada de neve. A luminosidade é intensa, apesar da nebulosidade.

Essas condições, em conjunto com as impostas pelo escuro e prolongado inverno, limitam a ocorrência de espécies vegetais na região, especialmente plantas com flores, que ficam impossibilitadas de completar seu ciclo reprodutivo. Por isso, há apenas duas espécies de angiospermas nativas da antártica e uma gramínea que foi introduzida pelo homem, e encontra-se crescendo nos arredores da estação polonesa de Arctowski. Já os musgos estão representados por aproximadamente 60 espécies, as hepáticas reúnem 22 espécies citadas, os líquens são mais resistentes e podem reproduzir-se por meios vegetativos e, justamente por isso, são os principais constituintes da flora Antártica, com aproximadamente 360 espécies descritas. Além desses grupos vegetais, são encontrados também fungos macroscópicos (oito espécies) e uma alga macroscópica terrestre que cresce principalmente nos arredores das comunidades de aves.

Projeto:

Comunidade Vegetais de Áreas de Degelo da Antártica – CVD

Coordenador: Dr. Antonio Batista Pereira – UERGS

Fone: (51) 9134-8740

(51) 3478-5366

E-mail: anbatistape@yahoo.com.br

Equipe:

Dr. Antonio Batista Pereira - UERGS

Dr. João Antônio Pêgas Henriques – UFRGS

Dr. Lubomir Kovacik – Universidade de Comenius, República Eslovaca

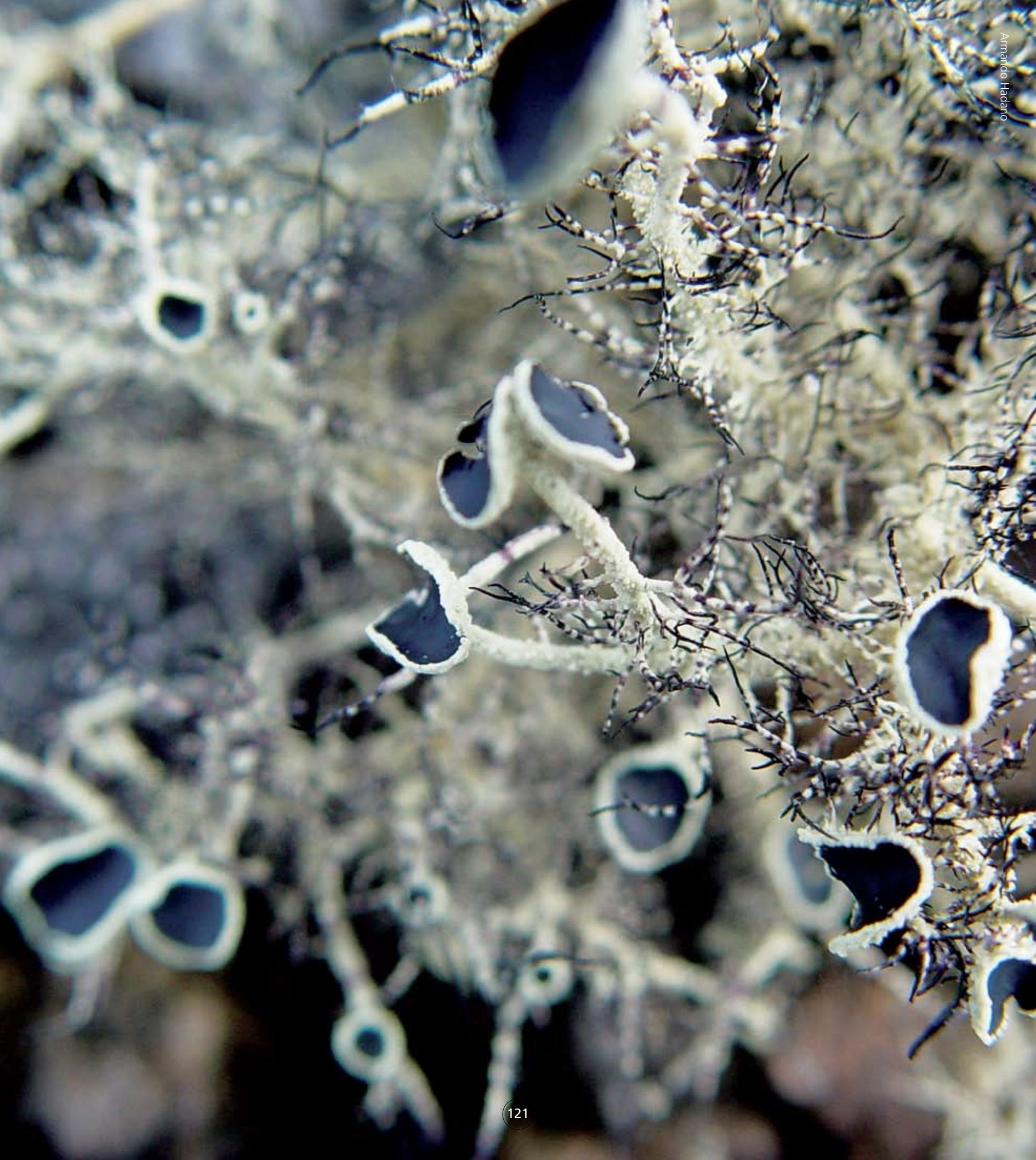
Dr. Márcio Rocha Francelino – UFRRJ

Doutorando Adriano Afonso Spielmann - IBSP

Doutorando Filipe de Carvalho Victória – UFG

Doutorando Renato Moreira Rosa - UFRGS

MSc. Betina Kappel Pereira - ULBRA





Solos gelados – criossolos

A composição química e física do solo é um dos melhores indicadores do impacto ambiental – antrópico ou natural – no ecossistema, além de permitir a verificação de mudanças climáticas.

Criossolos são os solos formados em regiões geladas. O grupo de pesquisa de Criossolos realizou a caracterização geo-ambiental da Baía do Almirantado, que servirá de base para identificação dos processos resultantes de fenômenos naturais e dos que são decorrentes da atividade do homem.

Foi identificado o meio físico e foram mapeadas suas características, com o objetivo de subsidiar as ações de gestão ambiental permanente na área especialmente gerenciada da Baía do Almirantado.

Balanço do Carbono – O balanço global de carbono é de vital importância para a compreensão da dinâmica climática e ambiental. A fixação de carbono no solo (seja pela incorporação ativa pela fitomassa ou pelos organismos do solo) é um fator que, além de promover o seqüestro de carbono, pode ser responsável pela geração de cargas elétricas nas substâncias húmicas, pelo aumento da retenção de água e pela biodisponibilidade de nutrientes e de metais pesados.

Dessa forma, foram estudados a matéria orgânica dos solos, o carbono de biomassa microbiana e o carbono lável; a ciclagem biogeoquímica e o biointemperismo, além dos metais pesados ligados às fases orgânica e mineral dos solos.

Foi verificado que a dinâmica dos processos de intemperismo e formação do solo na Antártica é variável em função de pequenas diferenças no ambiente, principalmente relacionadas à quantidade de água líquida disponível. Na Antártica Marítima, as temperaturas mais elevadas e o clima mais úmido proporcionam ciclos hidrológicos, biológicos e geoquímicos mais intensos, resultando em uma pedogênese bem mais elevada que em outras áreas do continente, especialmente em relação ao Deserto Polar.



Laps

Carlos Schaefer

Projeto criossolos

Projeto:

Criossolos Austrais: solos criogênicos da Antártica – distribuição, ciclagem biogeoquímica, seqüestro de carbono e retenção de metais pesados – Criossolos

Coordenador:

Carlos Ernesto Schaefer – Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Telefone: (31) 3899-1050

Fax: (31) 3899-2648

E-mail: carlos.schaefer@ufv.br

Equipe:

Dr. Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer – UFV

Dr. Liovando Marciano da Costa – UFV

Dr. Eduardo de Sá Mendonça – UFV

DSc. Felipe Nogueira Bello Simas – UNEC

DSc. Luiz Eduardo Dias

DSc. Manoel Ricardo de Albuquerque Filho – Embrapa

DSc. Márcio Rocha Francelino – UFRRJ

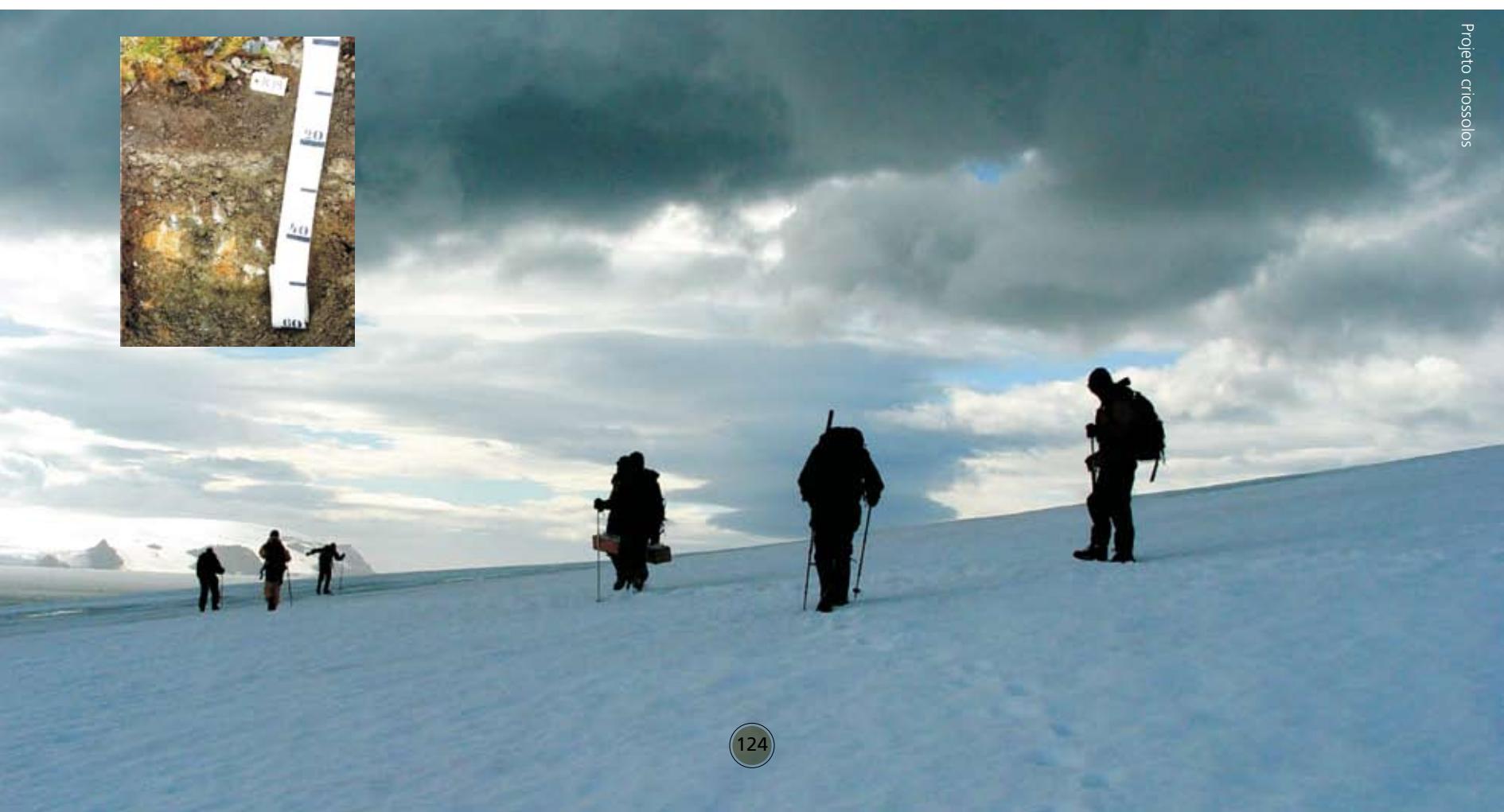
DSc. Elpídio Inácio Fernandes Filho – UFV

MSc. Roberto Ferreira Machado Michel – FEAM-MG

Dr. Miriam Abreu Albuquerque – UNEC

DSc. Walter Antônio Abrahão – UFV

DSc. Vander de Freitas Melo – UFPR







Tecnologia de edificações

A busca de arquitetura adequada à Antártica, que proporcione conforto, eficiência nos procedimentos de manutenção e redução do impacto ambiental.

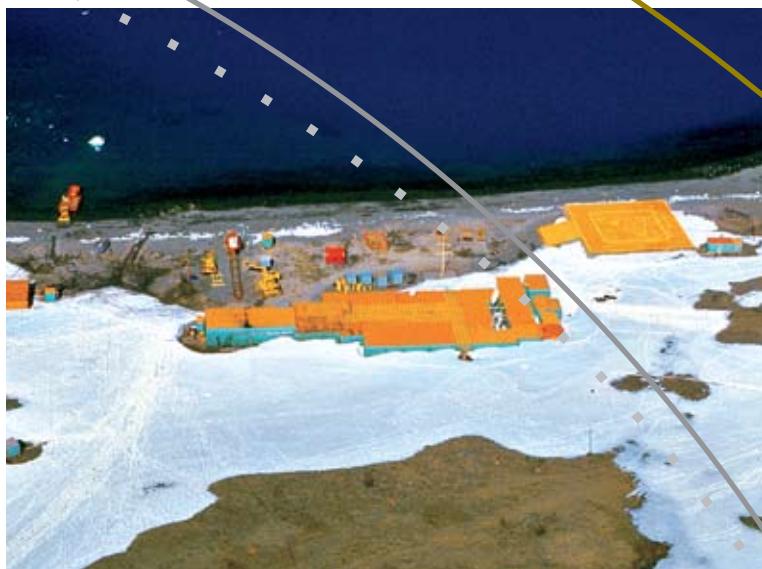
No dia 3 de janeiro de 1984, na 2ª Operação Antártica, o Navio de Apoio Oceanográfico Barão de Teffé partiu do Rio de Janeiro levando os contêineres do que veio a ser a Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz, inaugurada em 6 de fevereiro do mesmo ano. A estação tinha, então, cerca de 150 metros quadrados, divididos em oito compartimentos formados por contêineres metálicos.

Passados mais de vinte anos, a Estação Ferraz conta, hoje, com mais de 64 unidades, algumas com grandes dimensões, e cerca de 2 mil metros quadrados de área construída. Além disso, foram construídos refúgios para acomodar pesquisadores em áreas afastadas da estação. Esse crescimento exigiu investimentos na manutenção e na operação.

Para evitar que procedimentos de manutenção ou expansão ocasionem interferência prejudicial ao ambiente, que a implementação de novas unidades causem impacto na paisagem, e para evitar desperdício energético pela ineficiência térmica dos contêineres, foi formado um grupo de pesquisa para analisar e propor soluções para os problemas de tecnologia de edificações na Antártica.

Arquiantar é o projeto de pesquisa na área de Arquitetura que está estudando as edificações brasileiras: a Estação Antártica Comandante Ferraz e os refúgios brasileiros Goeldi e Cruls. O objetivo do projeto é avaliar a situação atual das construções e sistematizar medidas que visam a otimizar o funcionamento da estação e dos refúgios e minimizar os possíveis impactos ambientais decorrentes das atividades humanas ali desenvolvidas.

Está em andamento a avaliação tanto da técnica construtiva adotada como da relação das edificações com o meio



Fotos: Armando Hadano



Cristina Engel



Cristina Engel



Tânia Brito

ambiente. Estão sendo considerados, nessa análise, os pressupostos do Protocolo de Madri e as demais recomendações e legislação específicas referentes ao impacto das atividades do homem na região antártica.

Como principais resultados, foi elaborado o Plano Diretor da Estação Antártica Comandante Ferraz, a partir dos dados coletados pelos projetos da rede de pesquisa para monitoramento ambiental na Baía do Almirantado. Foram fornecidos dados para o plano de Gerenciamento Ambiental a ser elaborado para a Área Especialmente Gerenciada.

Em 2003 foi realizado o Zoneamento Ambiental de Uso da Península Keller – inclusive com o planejamento de trilhas para o percurso seguro dos pesquisadores e eventuais visitantes – com detalhamento para a área de maior uso no entorno da Estação Ferraz. Esse zoneamento caracteriza o ambiente de acordo com o grau de impacto identificado e, a partir do diagnóstico, propõe condicionantes de uso, abrangendo desde áreas destinadas à recuperação e/ou preservação até zonas já consolidadas como de uso intensivo, adequadas para eventuais novos crescimentos da estação.

O Arquiantar tem acompanhado todos os procedimentos de construção e manutenção para a estação Ferraz e para os refúgios, buscando identificar eventuais falhas no planejamento e na conduta ambiental das equipes envolvidas com as tarefas logísticas. Também tem contribuído com a educação ambiental das pessoas envolvidas com o Programa Antártico Brasileiro, em palestra durante o treinamento obrigatório para visitantes à Antártica e em aulas específicas no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), responsável pelas atividades de construção e manutenção das instalações brasileiras na Antártica.

Uma preocupação da pesquisa é em relação aos resíduos produzidos (lixo), sendo direcionados os esforços para diagnosticar as principais fontes de geração em relação às atividades (de manutenção, de construção, científica, cotidiana etc.). Tem sido feita comparação com situações semelhantes e buscadas soluções para a otimização das falhas verificadas.



Projeto:

Desenvolvimento tecnológico aplicado às instalações brasileiras na Antártica: ênfase nos estudos de corrosão, de acústica e de resíduos – Arquiantar.

Coordenador:

Cristina Engel de Alvarez
Fone: (27) 4009-2581
Fax: (27) 4009-2581
E-mail: engel@npd.ufes.br

Equipe:

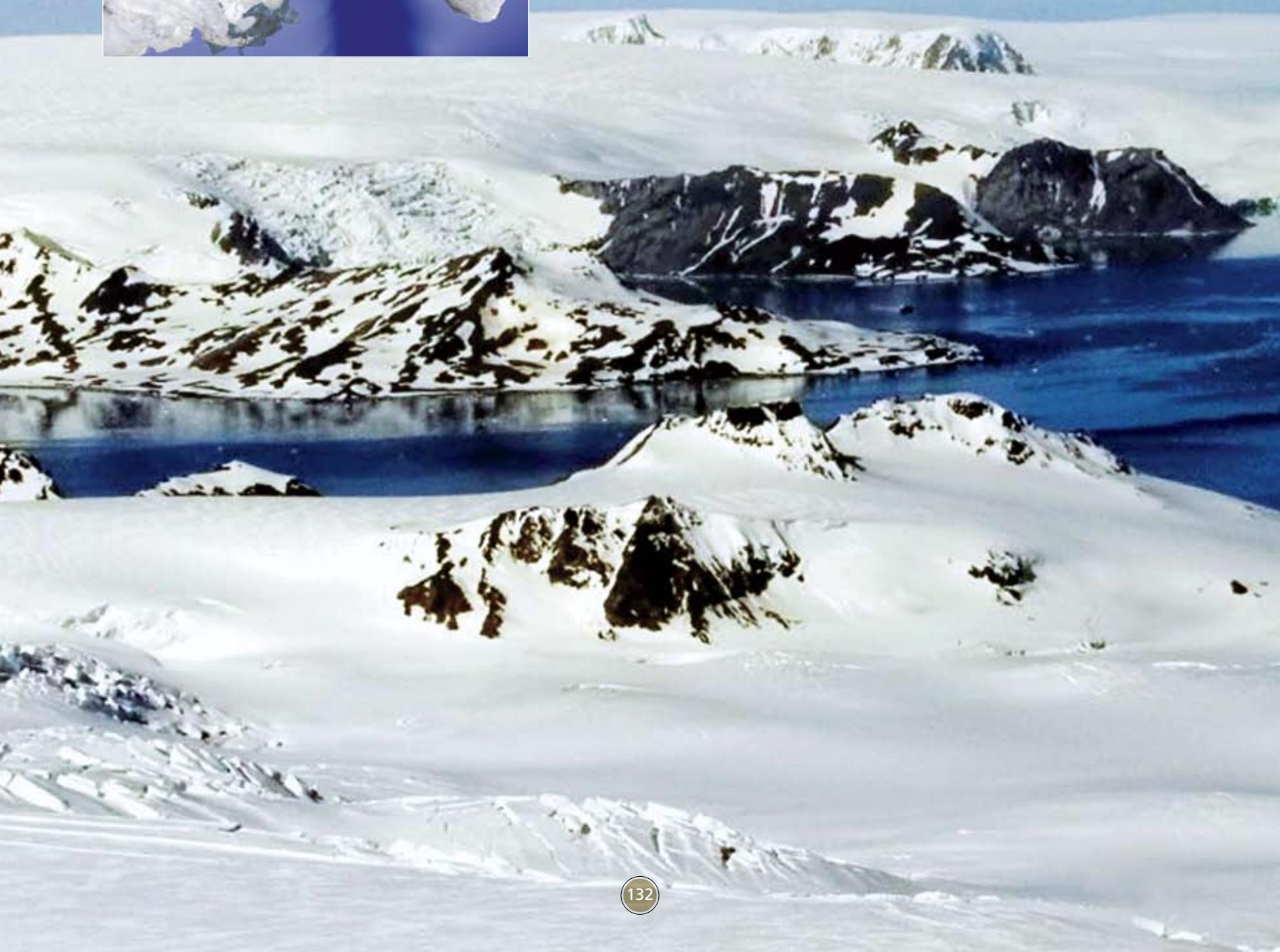
Drª. Cristina Engel de Alvarez – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Dr. Ricardo Franci Gonçalves – UFES

MSc. Homero Marconi Penteado – UFES
MSc. Julio Eustáquio de Melo – Ibama e UnB
MSc. Marco Antonio Cypreste Romanelli – UFES
BSc. Mitsuo Yoshimoto – IPT
BSc. Braz Casagrande – UFES
BSc. Daniel Oliveira Cruz – UFES
BSc. Glyvani Rubim Soares – UFES
BSc. André Luiz de Alcântara Lima – UFES
BSc. Anderson Buss Woelffel – UFES
MSc. Jordi G. Angelats – AMRJ
Graduanda Greicikelly Gaburro Paneto – UFES
Graduanda Ligia Betim Marchi – UFES
Graduando Felipe da Silva Gomes – UFES





Baía do Almirantado







Sistema de informação geográfica

Conjunto de informações históricas e atuais – compõe um sistema que tem como propósito mostrar as variações, no espaço e no tempo, de vários aspectos da região onde está implantada a estação brasileira.

O objetivo é reunir todas as informações relativas à Baía do Almirantado numa única base de dados, destacando-se, entre outras informações, a visão espacial dos resultados obtidos com o estudo do comportamento da criosfera, da ocorrência de aves, das características do substrato, da presença de hidrocarbonetos, das correntes marinhas, dos ventos, dos mamíferos e dos invertebrados marinhos. Os dados coletados na região estão integrados de acordo com a sua posição espacial, possibilitando a geração de mapas temáticos dessas variáveis, construídos de acordo com o interesse do usuário.

A meta do Sistema de Informações Geográficas (SIG) da Baía do Almirantado é reunir numa única base de dados todas as informações que a comunidade científica brasileira vem obtendo a partir de estudos na Baía do Almirantado, possibilitando, assim, a visualização no tempo e no espaço do estado daquele meio ambiente como plataforma para futuro monitoramento ambiental.

Esse trabalho introduziu a necessidade de georreferenciamento, ou localização por meio de coordenadas geográficas, dos pontos de coleta e de desenvolvimento dos projetos. O trabalho é uma ferramenta na integração espacial dos dados obtidos pelas diversas equipes que estudaram os diferentes aspectos do impacto ambiental provocado pela ação humana na área onde está instalada a Estação Antártica Comandante Ferraz.

Entre as ações específicas desse trabalho está a padronização de linguagem geográfica (elaboração do manual de aquisição de informação georreferenciada segundo recomendações do Comitê Científico para Pesquisa Antártica – SCAR) e a introdução da necessidade de conhecimento detalhado do terreno por meio de bases cartográficas adequadas aos projetos. A análise e o armazenamento dos dados de

Jefferson Simões



Toni Pires



monitoramento oriundos das pesquisas realizadas na Baía do Almirantado, durante os vinte anos de Programa Antártico Brasileiro, possibilitarão estudos comparativos entre dezenas de variáveis, identificando alterações no delicado ambiente antártico local, provocadas pela atividade humana ou mesmo por causas naturais.

Adicionalmente, a metodologia fornece subsídios para monitorar o impacto ambiental causado pela atividade humana, sendo o SIG uma ferramenta de apoio ao plano de gerenciamento da Área Antártica Especialmente Gerenciada da Baía do Almirantado (AAEG).

Por conceção, sendo o SIG ligado a uma base cartográfica, observa-se a necessidade de conhecer mais detalhadamente o terreno. Nesse campo, trabalhos paralelos foram executados para o domínio de técnicas de mapeamento e adaptações dentro das condições adversas da natureza antártica. Estão sendo empregadas técnicas precisas baseadas na fotogrametria digital, que resultaram no mapa da Península Keller, base territorial da Estação Antártica Comandante Ferraz, na escala 1:10000. A experiência e o conhecimento adquirido nesta atividade serão úteis para a produção de mapas cartográficos em escalas de detalhe de toda a Área Antártica Especialmente Gerenciada da Baía do Almirantado, indispensáveis para o programa de monitoramento local, envolvendo múltiplos aspectos ambientais. Esses dados servirão como base de apoio ao planejamento de atividades logísticas, científicas e turísticas.

Os dados levantados na Baía do Almirantado se constituem também em contribuições brasileiras ao projeto internacional King George Island GIS (KGIS), do Grupo de Trabalho de Geodésia e Informação Geográfica do SCAR. Com essa atividade, o grupo brasileiro participa de projeto internacional com a implementação do SIG da AAEG, tendo responsabilidade perante o SCAR pela integração dos dados da Baía do Almirantado.

Os dados estão sendo disponibilizados a todos os participantes e demais grupos interessados, em CD-ROM, podendo ser visualizada uma mostra do trabalho no site <http://www.ufrgs.br/antartica/>, na seção Protótipo do Servidor de Mapas sobre a AAEG Baía do Almirantado.

Projeto:

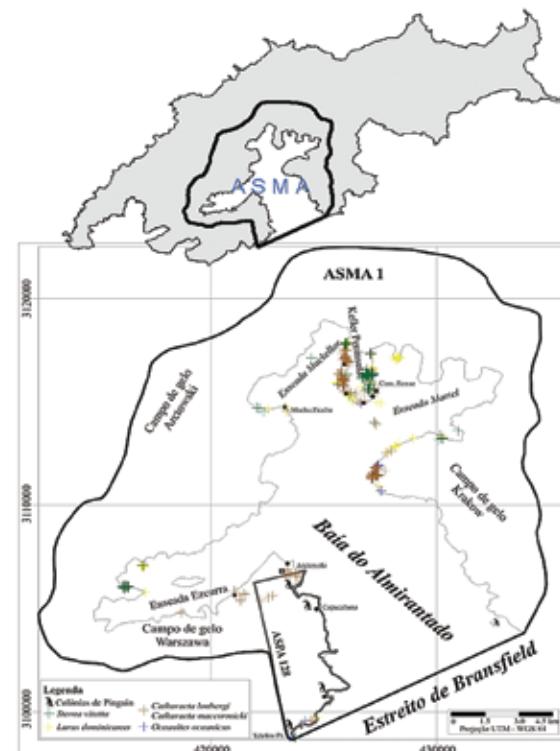
Integração de dados ambientais da Área Antártica Especialmente Gerenciada da Baía do Almirantado, através de sistema de informações geográficas – Asig

Coordenador:

Norberto Dani – Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Fone: (51) 3316-6341
Fax: (51) 3319-7324
E-mail: norberto.dani@ufrgs.br

Equipe:

Dr. Helmut Saurer – Institut für Physische Geography – Universität Freiburg, Alemanha
Dr. Jefferson Cardia Simões – UFRGS
Dr. Matthias Holger Braun – Institut für Physische Geography – Universität Freiburg, Alemanha
Msc. Cláudio Wilson Mendes Junior – UFRGS
Msc. Jorge Arigony Neto – Instituto de Geociências da UFRGS
Msc. Patrícia Andréia Paiola Scalco – UFRGS
Msc. Siclério Ahlert – UFRGS
Msc. Ulisses Franz Bremer – UFRGS
Graduanda Paula Debiasi – UFRGS
Graduando Luiz Felipe Velho – UFRGS
Graduando Rafael da Rocha Ribeiro – UFRGS



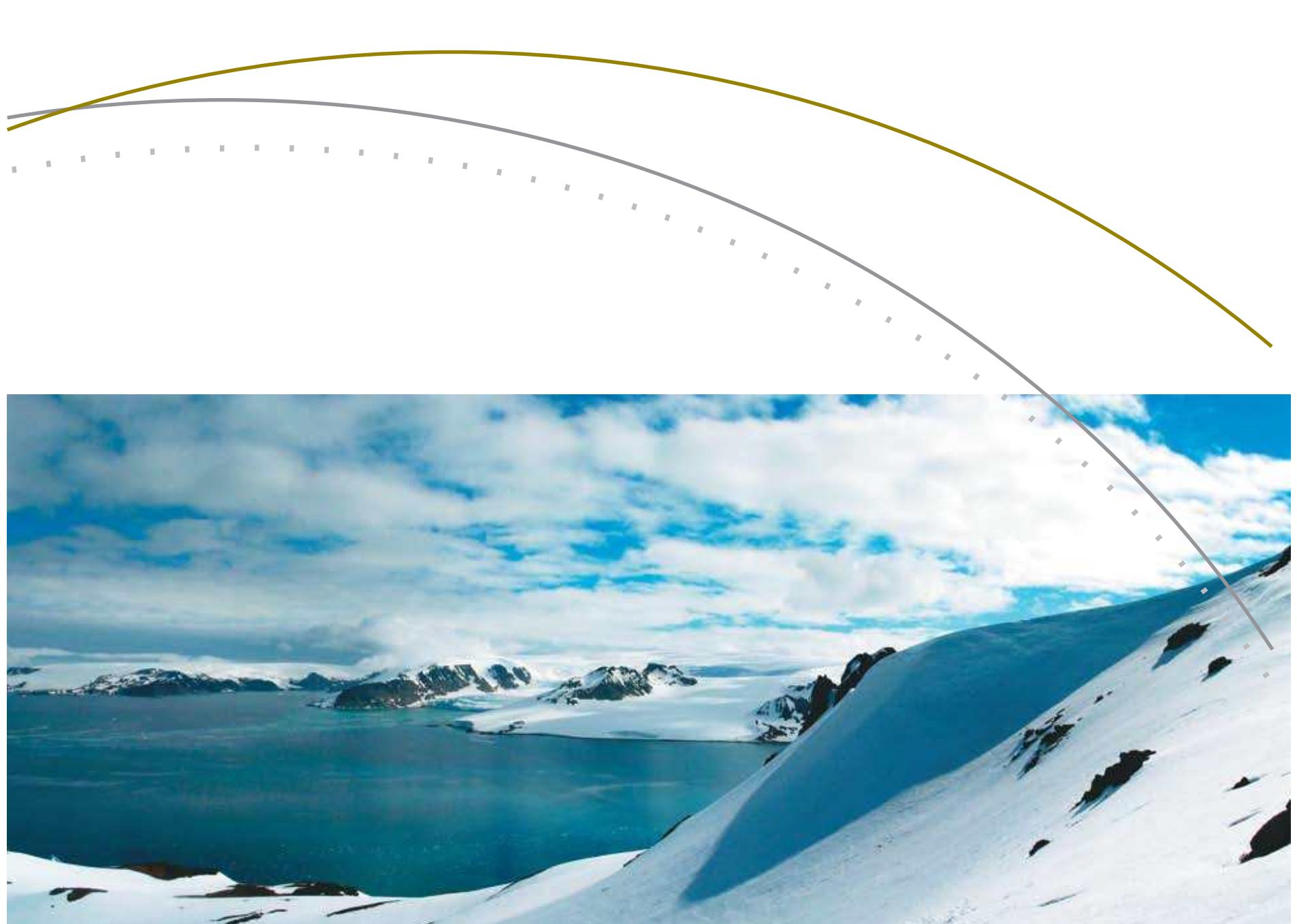








João Maluf



**Ministério do Meio Ambiente
Marinha do Brasil
Ministério da Defesa
Ministério das Relações Exteriores
Ministério da Ciência e Tecnologia
Ministério das Minas e Energia
Ministério da Educação
Ministério do Turismo**





Ministério do
Meio Ambiente

