



ANTÁRTICA

bem comum da humanidade

Ministério do Meio Ambiente
2009

República Federativa do Brasil

Presidente: Luiz Inácio Lula da Silva

Vice-Presidente: José Alencar Gomes da Silva

Ministério do Meio Ambiente - MMA

Ministro: Carlos Minc

Secretária-Executiva: Izabella Mônica Vieira Teixeira

Secretaria de Biodiversidade e Florestas - SBF

Secretária: Maria Cecília Wey de Brito

Gerência de Biodiversidade Aquática e dos Recursos Pesqueiros - GBA

Gerente: Ana Paula Leite Prates

Grupo de Avaliação Ambiental do PROANTAR

Coordenadora: Tânia A. S. Brito

Analista Ambiental: Mariana de Sá Viana

Elaborado por

Tânia A. S. Brito

Coordenadora Ambiental do Programa

Antártico Brasileiro/MMA





ANTÁRTICA

bem comum da humanidade

Uma viagem à Antártica é um grande branco no imaginário, que aos poucos vai se povoando de pingüins, baleias, elefantes-marinhos, icebergs, acompanhados de um tremor de frio. Muito se vê na TV, em programas eventuais, mas pouco se lê em português porque há uma carência enorme de livros a respeito.

Assim, com essa necessidade de disseminação da informação, surgiu a idéia de se fazer esta pequena publicação, onde pudéssemos contar como é a Antártica, o que tem lá, como vivem aqueles organismos tão especiais, porque a gente deve se preocupar com aquele lugar tão remoto, o que ele tem a ver com as nossas vidas, porque o Brasil envia seus pesquisadores e investe em pesquisa e monitoramento naquela região e os resultados de todo esse investimento.

Ou seja, este é um informativo para quem quer saber um pouco mais sobre aquele ambiente e sobre o trabalho desenvolvido pelo Programa Antártico Brasileiro. Para os poucos privilegiados que têm a oportunidade de visitar a Antártica, este é um pequeno guia, e para eles há também um código de conduta que deve ser seguido por todos que visitam aquela região, para que a Antártica, este precioso bem comum de toda a humanidade, continue sendo a região do Planeta mais preservada.

O Ministério do Meio Ambiente deseja a todos uma viagem inesquecível, seja na realidade ou no imaginário... e com muita responsabilidade ambiental.



O CONTINENTE ANTÁRTICO



O Continente Antártico detém 90% do gelo e 80% da água doce do planeta, além de riquezas minerais incalculáveis. O vasto manto de gelo antártico é o principal sorvedouro do calor terrestre e tem 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.

Assim como a Amazônia tem influência no clima da América do Sul, a Antártica atua como um contraponto na busca do equilíbrio climático sul-americano.

O clima na América do Sul é essencialmente gerado e controlado por massas de ar frio provenientes do Continente Gelado. Existe uma relação entre essas massas de ar com ondas de frio e calor, geadas e estiagens no sul do Brasil, com repercussões nos recursos hídricos, na indústria, no comércio e na agricultura, havendo inclusive necessidade de revisão do calendário agrícola.

Quinto continente em extensão, é o único sem divisão geopolítica.

O Continente Antártico e as ilhas que o cercam perfazem uma área aproximada de 14 milhões de km², 1,6 vezes a área do Brasil – cerca de 10% da superfície da Terra.

Embora coberto por gelo, o Continente Antártico é formado por rochas e tem uma margem continental constituída de sedimentos. Essas rochas e sedimentos são detentores de incalculáveis recursos minerais e energéticos, incluindo petróleo e gás.

De todas as regiões do mundo, a Antártica é a mais sensível às mudanças globais. É o termômetro da saúde do Planeta. É ali que percebemos primeiro as alterações que a Terra vem sofrendo. Compreender como funciona a Antártica ajuda-nos a compreender como funciona o planeta e permite-nos acompanhar as mudanças que ele vem sofrendo.

Antártica é também guardiã da história climática da Terra. A evolução do impacto ambiental natural ou provocado por atividades humanas está registrada no manto de gelo polar. Por ser essa memória ancestral das condições climáticas e ambientais do Planeta, somente a Antártica pode fornecer dados suficientes e em resolução adequada e, assim, contribuir para as previsões das mudanças futuras.

Assim, conhecer melhor e monitorar o meio ambiente antártico é fundamental para a construção de cenários futuros. O Brasil tem contribuído, em larga escala, na construção desse conhecimento.

Há 25 anos, o Brasil realiza pesquisa substancial na Antártica, tendo, por exemplo, uma das séries mais longas de monitoramento climático na região. Esses dados são essenciais para o entendimento do sistema climático e para a elaboração de um modelo climático do Hemisfério Sul, permitindo previsões mais confiáveis e com maior antecedência.





O Continente Antártico é o continente dos superlativos. É o mais frio, mais seco, mais alto, mais ventoso, mais remoto, mais desconhecido e mais preservado de todos os continentes.

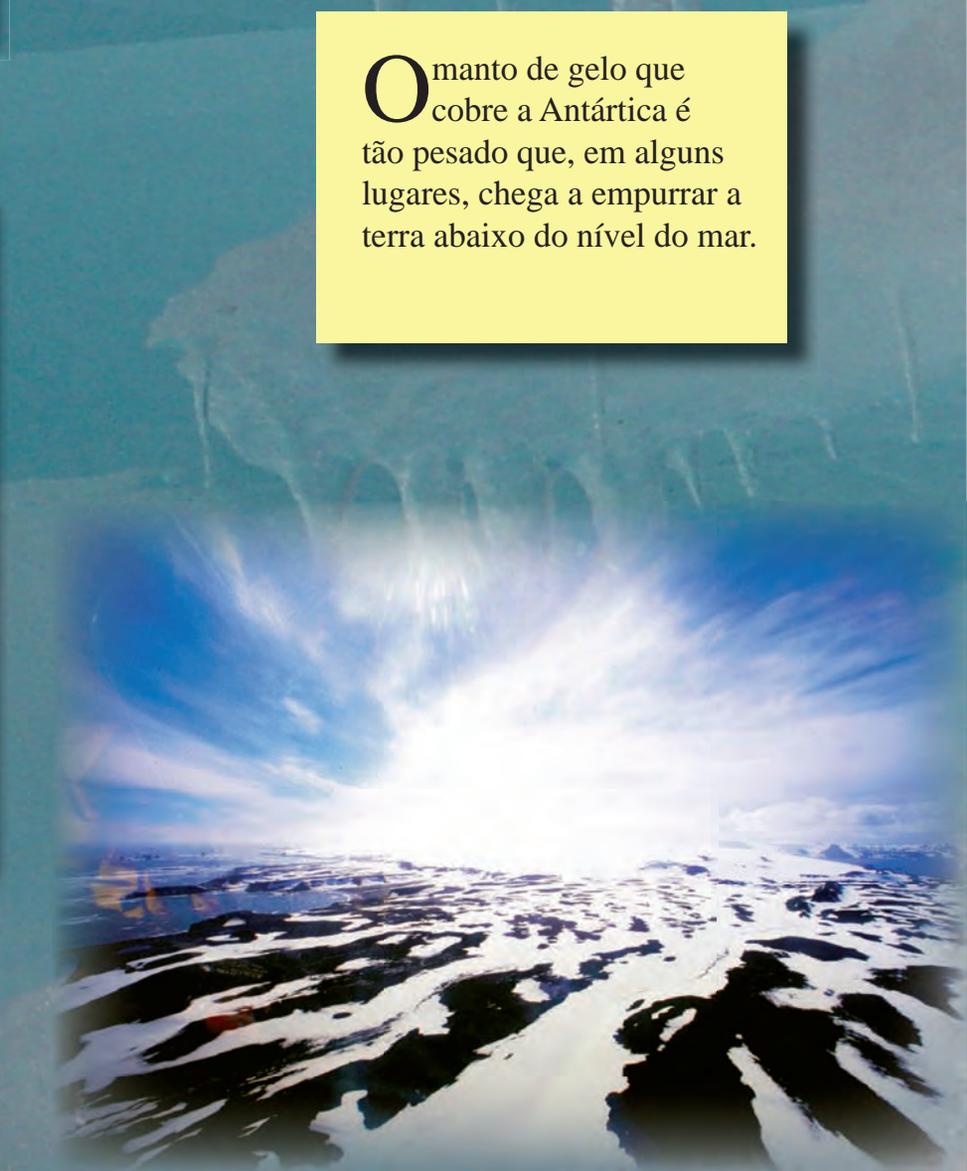


Tendo uma temperatura média de -60°C , a Antártica é o mais frio dos continentes, o refrigerador do mundo. A menor temperatura já registrada foi de $-89,2^{\circ}\text{C}$.

A neve se deposita gradualmente e o gelo avança em direção à costa formando enormes geleiras. Das geleiras se desprendem montanhas de gelo, ou como são mais conhecidas, *icebergs*.



Antártica é três vezes mais alta que qualquer outro continente, com uma altitude média de 2.300 metros. A maior parte (98%) de sua superfície está permanentemente recoberta por um manto de gelo, que atinge quase 5 quilômetros de espessura e um volume de 25 milhões de quilômetros cúbicos.



A região antártica é tão seca quanto o deserto do Saara, com precipitação média de somente 150 mm por ano.

Omanto colossal de gelo que cobre praticamente todo o continente é uma fonte poderosa de ar frio, que adquire a forma de ventos intensos que chegam a 327 km/h.

Omanto de gelo que cobre a Antártica é tão pesado que, em alguns lugares, chega a empurrar a terra abaixo do nível do mar.

~ 180 milhões de anos



~ 90 milhões de anos atrás



~ 30 milhões de anos atrás



~ 30 milhões de anos atrás



O estudo de rochas, fósseis, erosão de geleiras e depósitos de carvão revelou evidências de que Antártica, África, América do Sul, Austrália e Ásia estiveram unidas no passado, integrando o Supercontinente Gondwana, e começaram a se separar há cerca de 200 milhões de anos, de acordo com a Teoria da Deriva Continental.

A nova disposição dos continentes fez com que o Oceano Antártico se tornasse uma rica área de circulação de nutrientes. Na Convergência Antártica, as águas geladas de superfície encontram as águas quentes dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico e mergulham, formando um sistema complexo de redemoinhos. Ventos, relevo submarino, correntes marítimas e diferenças na temperatura da água do mar movimentam as massas de água entre a superfície e as regiões profundas (abissais), renovando-as.

A separação final da América do Sul da Antártica resultou no isolamento climático do Continente Austral, na instalação da corrente circumpolar antártica, na drástica mudança do clima e no início da formação do manto de gelo que hoje cobre o continente, tendo como consequência profundas alterações na flora e na fauna.

As águas do Oceano Antártico, também conhecido como Oceano Austral, circulam livremente ao redor do globo terrestre e se comunicam com todas as outras principais bacias oceânicas (Atlântica, Índica e Pacífica). É nesta região que as águas frias e densas são formadas e, eventualmente, exportadas para ocupar o fundo dos oceanos da Terra. Esse processo tem grande importância para a manutenção do clima terrestre.



Rob Nicholls

PASSADO

Por meio de estudos paleontológicos foi possível reconstituir como era a vida na Antártica milhões de anos atrás.



Hoje, árvores e arbustos só são encontrados na Antártica fossilizados.

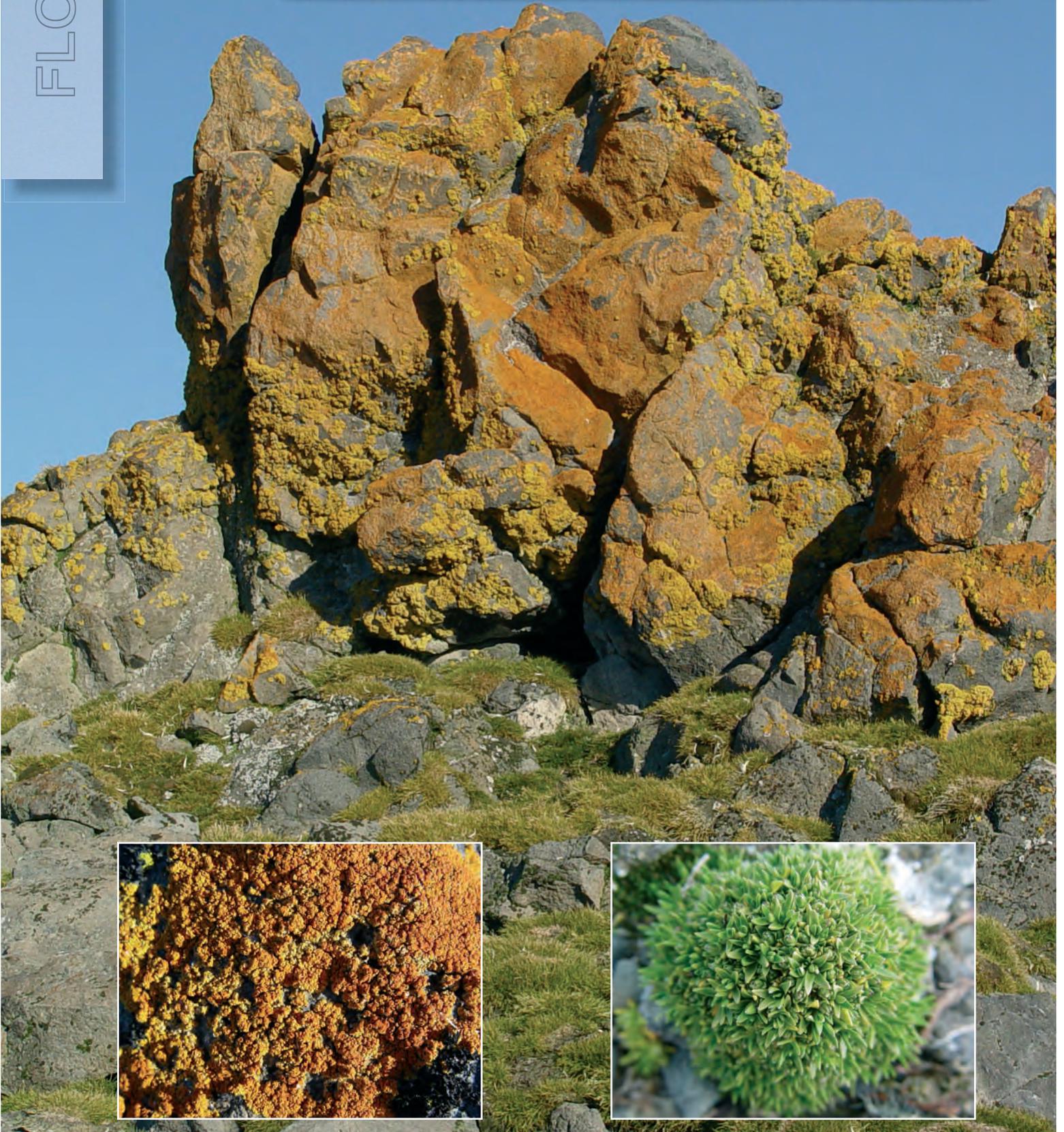
Quando a Antártica se encontrava em outras latitudes, ligada aos outros continentes, milhões de anos atrás, a vida que a habitava era outra. A vegetação era exuberante, ao contrário do que é hoje, uma vegetação rasteira, composta de líquens, musgos e poucas gramíneas, que fica à vista somente no verão, quando a região costeira degela.



PRESENTE

FLORA

Poucas plantas são capazes de viver expostas às condições climáticas da Antártica e às suas grandes variações de temperatura, fortes ventos, neve e pouca disponibilidade de água.



A flora está adaptada às condições fotossintéticas e respiratórias em temperaturas abaixo de -10° C sobre o solo.

Somente uma fração de 2% de terra, fria e árida, está disponível para um pequeno número de espécies vegetais que resistem às forças da natureza.



Representam toda a flora antártica diversos líquens e musgos, duas pequenas plantas de tímidas flores e algumas algas.

Entre os líquens, há cerca de 110 espécies conhecidas nas Ilhas Shetlands do Sul e um total aproximado de 360 espécies para todo o Continente Antártico. Os líquens conseguem sobreviver em solo pobre em nutrientes agarrando-se às rochas e resistindo ao frio graças ao seu baixo metabolismo, chegando a sobreviver 2.000 anos.

Dando um belo colorido a grandes extensões, muitos dos líquens vingam no meio do gelo concorrendo com suas extraordinárias formas para o diverso fascínio polar.

Os musgos são representados por 60 espécies. São praticamente tão freqüentes quanto os líquens, mas não apresentam a mesma variedade de cores. Podem recobrir campos muito extensos (com mais de 100 m de comprimento), ao longo de áreas planas. A maioria das espécies, no entanto, é observada em pequenos tufo, em sulcos ou rachaduras de rochas, onde um pouco de solo tenha se depositado, crescendo à sombra ou então diretamente nos rochedos, ou mesmo esparsos nos grandes campos.

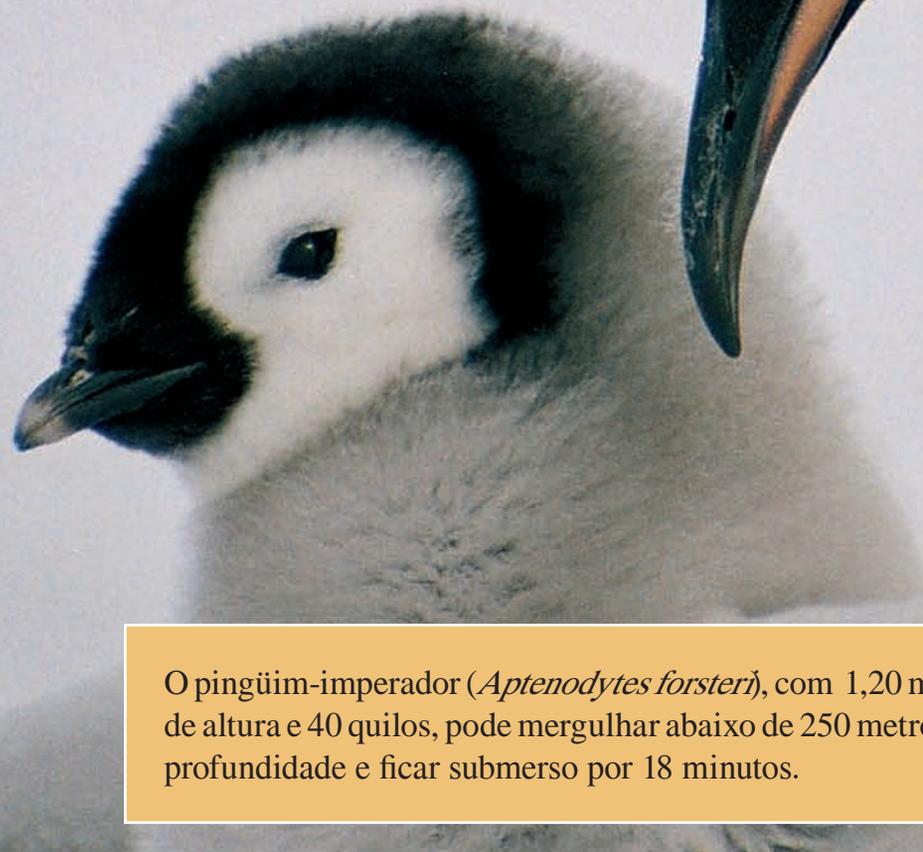
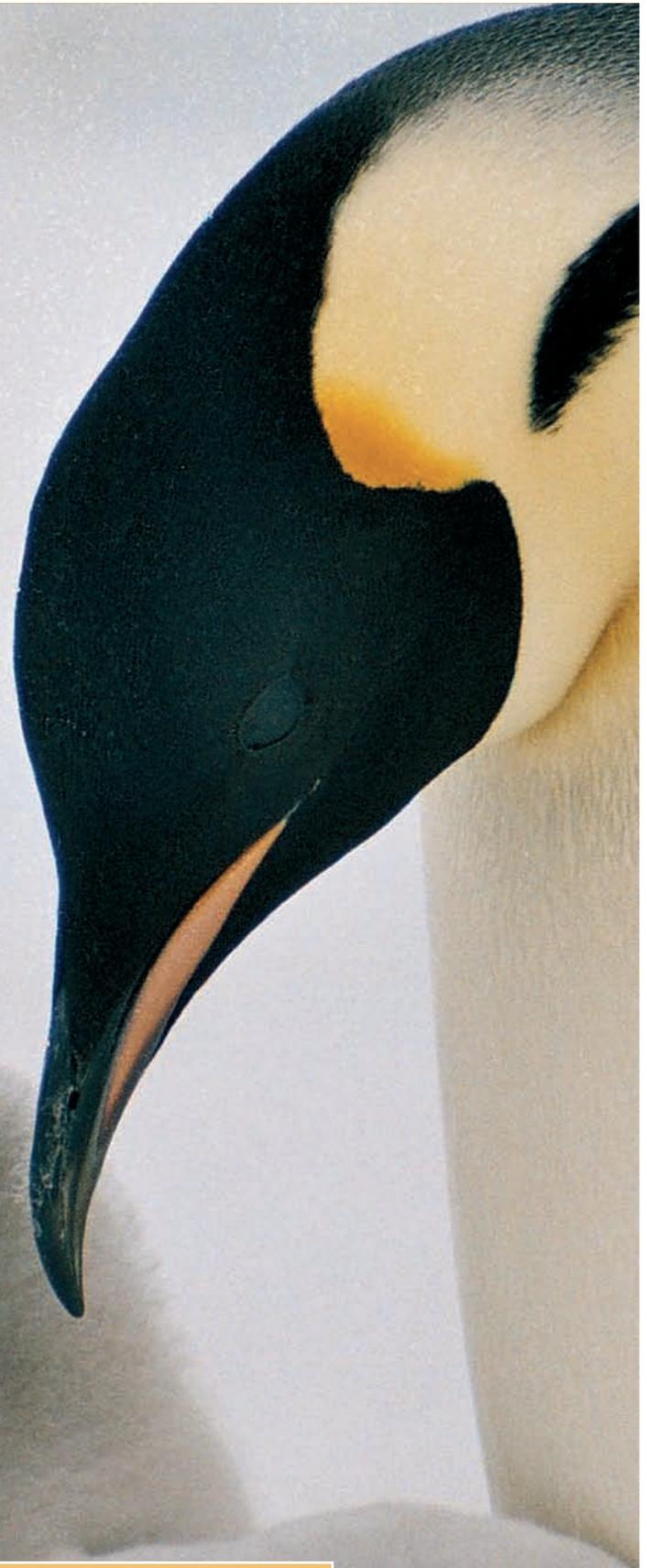
Há apenas duas espécies de angiospermas nativas da Antártica: a *Deschampsia antarctica* (uma gramínea) e o *Colobanthus quitensis* (uma Caryophyllacea). Ambas encontradas na Península Antártica e ilhas adjacentes. Há também um gênero de gramínea (*Poa* sp.) que foi introduzida pelas atividades humanas e que se propaga competindo cada vez mais pelo pouco solo disponível na região.

Entre as algas continentais, *Prasiola crispa* é a mais comum entre as macroscópicas, sendo que diversas espécies microscópicas podem ser encontradas inclusive diretamente no gelo (Criobiontes), colorindo de verde e amarelo grandes áreas de geleiras.

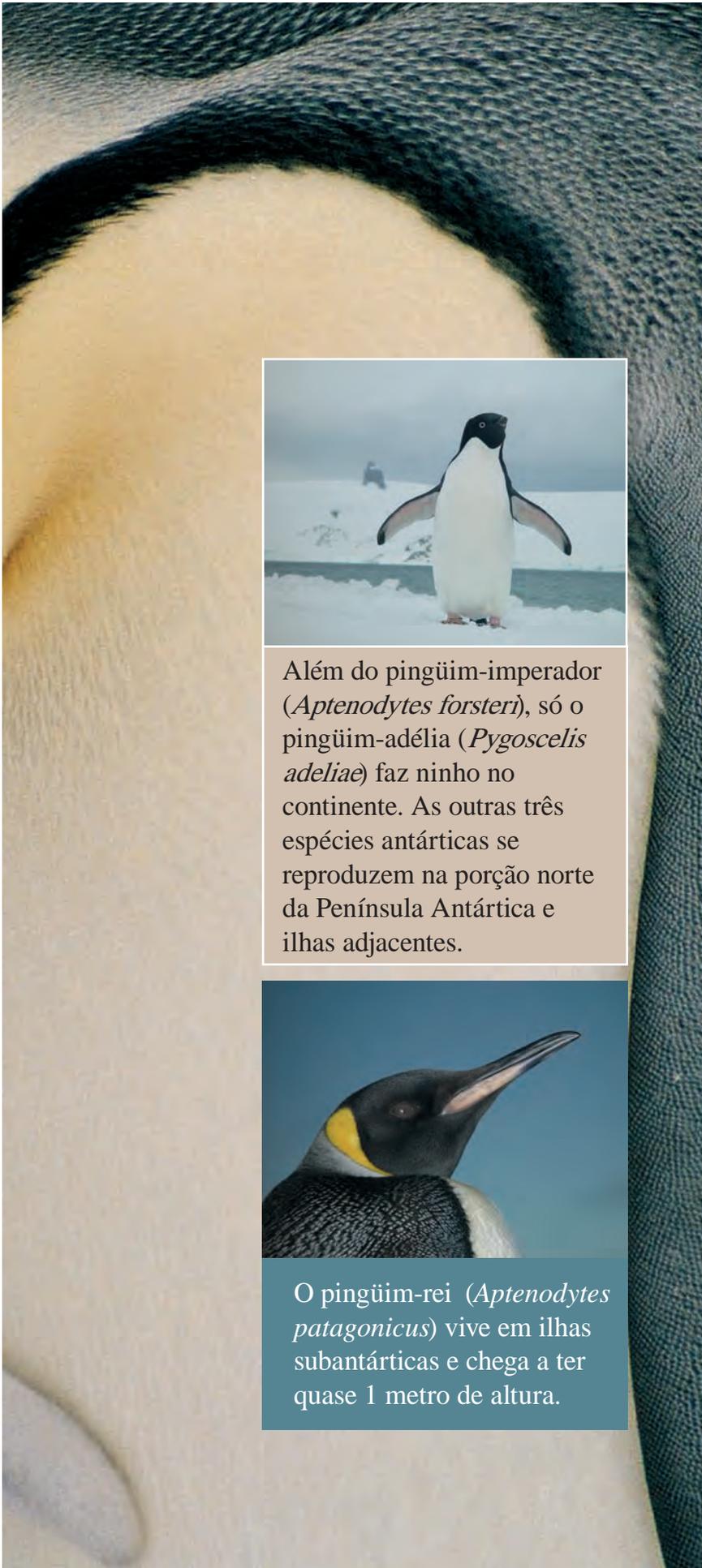
AVES



O pingüim-papua (*Pygoscelis papua*), acima, e o pingüim-antártica (*Pygoscelis antarctica*), abaixo, com cerca de 70 centímetros de altura, passam dois terços da vida no mar e só ficam em terra para procriar.



O pingüim-imperador (*Aptenodytes forsteri*), com 1,20 metro de altura e 40 quilos, pode mergulhar abaixo de 250 metros de profundidade e ficar submerso por 18 minutos.



Além do pingüim-imperador (*Aptenodytes forsteri*), só o pingüim-adélia (*Pygoscelis adeliae*) faz ninho no continente. As outras três espécies antárticas se reproduzem na porção norte da Península Antártica e ilhas adjacentes.



O pingüim-rei (*Aptenodytes patagonicus*) vive em ilhas subantárticas e chega a ter quase 1 metro de altura.

A fauna antártica é, em geral, formada por poucas espécies, grandes populações e um ciclo sucessivo de migração. As aves mais típicas e numerosas são os pingüins, que podem se reunir em colônias com mais de um milhão indivíduos.

Apenas cinco das 17 espécies de pingüim existentes reproduzem na região Antártica (pingüim-imperador, pingüim-adélia, pingüim-antarctica, pingüim-papua e pingüim-macaroni). A maioria das outras espécies vive em ilhas subantárticas.

Apesar de descenderem de espécies voadoras e de serem parentes dos albatrozes, os pingüins perderam a capacidade de voar. Bem adaptados à vida aquática, têm asas em forma de remo e nadam melhor e mais rápido do que muitos peixes, atingindo cerca de 40 quilômetros por hora. Na superfície, diminuem o atrito com a água saltando como golfinhos.

Os pingüins suportam baixas temperaturas por causa da camada grossa de penas e da capa de gordura sob a pele. O isolamento da água e do frio é conseguido pela formação de uma camada de ar entre a pele e as penas. Por isso, durante a troca de penas, eles não podem entrar na água.

Tanto no mar quanto fora dele, os pingüins têm predadores e os despistam com a camuflagem natural das cores. O branco da barriga ilude focas e baleias, que os vêem de baixo, enquanto o preto do dorso engana os predadores, que observam do alto. Entretanto, seus principais predadores, as skuas, roubam ovos e filhotes. Para evitar a predação, os pais não deixam os ninhos vazios, nem isolados nas áreas de procriação, chamadas pingüineiras, trocando de turno na busca por alimento.



Os petréis existem em vários tamanhos e têm as narinas em forma de um tubo apoiado sobre o bico. O petrel-gigante (*Macronectes giganteus*), com 90 centímetros de altura e envergadura de até 2,5 metros, alimenta-se de animais mortos, mesmo em estado avançado de decomposição, e muitas vezes caça ovos e filhotes de pingüins.

O gaivotão ou gaivota dominicana (*Larus dominicanus*) é a única gaivota do oceano austral.



A pomba-antártica (*Chionis alba*) come basicamente fezes de pingüim, ricas em proteínas, mas podem matar filhotes desprotegidos de pingüim.



O biguá-de-olho-azul (*Phalacrocorax atriceps*) se alimenta basicamente de peixe. Pesca isolado ou em bandos mergulhando e cercando as presas. É excelente mergulhador, podendo chegar a 116 metros de profundidade.



O trinta-réis-antártico (*Sterna vittata*) é a ave antártica voadora que mais depende de krill. Seu ninho é feito com cascalho e geralmente dois ovos são postos no chão. Difícil de ser visto, o ovo acaba sendo confundido com pedras pelos predadores.



As skuas são predadoras vorazes, são generalistas e oportunistas. Podem ser consideradas as grandes “vilãs do sul”. Em terra, atacam ovos e filhotes de pingüins. No mar, podem perseguir aves, como biguás, para forçá-los a regurgitar ou soltar suas presas. Se alimentam também de carcaças, restos de alimentos, peixes, entre outros. São reconhecidas como as aves mais austrais, tendo sido registradas até no pólo sul.

Além dos pingüins, há outras 35 espécies de Aves, voadoras, que preferem a superfície dos mares e raramente se aventuram pela calota polar. Elas se reproduzem ao sul da Convergência Antártica, em áreas livres de gelo. É no mar frio onde encontram comida devido à grande quantidade de fitoplâncton e zooplâncton, base da cadeia alimentar desses animais na região. As rotas migratórias sempre acompanham correntes marinhas em que há abundância desses alimentos.

Para se proteger do frio, as aves antárticas possuem algumas adaptações: uma camada de gordura sob a pele; uma fina camada de ar entre as penas e o corpo, que serve como isolante térmico; uma glândula de óleo muito desenvolvida próxima à cauda para impermeabilizar as penas, evitando molhar e resfriar o corpo; além de bicos e pés praticamente sem vasos sanguíneos, o que evita o resfriamento do sangue e a perda de calor por essas áreas.

A maior ave voadora marinha do mundo é o albatroz-errante (*Diomedea exulans*), que chega a 3,35 metros de envergadura e pode viver mais de 50 anos, dando voltas ao redor do Continente Antártico. Os albatrozes muito jovens, até o sexto ou sétimo ano, nunca procuram a terra firme para descansar ou dormir, voam o tempo todo e pousam no mar apenas para comer lulas e peixes apanhados quase sempre à noite, quando também cochilam por curtos períodos.





A primavera na Antártica é sinônimo de fartura de alimentos. E é exatamente em busca dessa abundância que as baleias migram para as águas geladas do continente, todos os anos.

No Oceano Antártico, elas vão adquirir, em poucos meses, alimento suficiente para manter-se durante todo o ano, acumulando uma espessa camada de gordura. Essa reserva extra permitirá que, com a chegada do inverno polar, elas possam se deslocar em direção a latitudes menores, onde terão um ambiente ideal para o acasalamento e para criar seus filhotes com segurança. Assim é hoje e há milênios. Ano após ano, a vida das grandes baleias obedece ao ininterrupto ciclo das migrações, movidas por suas necessidades vitais: alimentação e reprodução.



Durante a estada tropical, realiza-se o período de amamentação que dura, pelo menos, quatro meses, no caso das baleias minke, podendo chegar a mais de sete meses em algumas espécies. Nesse período, a mãe se dedica integralmente ao fortalecimento do filhote. O leite materno é muito nutritivo, rico em proteínas e calorias – basta dizer que um filhote de baleia azul, que nasce com cinco toneladas e ingere quase 600 litros diários de leite, dobra seu peso em duas a quatro semanas.



O termo “cetáceo” é usado para denominar as 78 espécies de baleias, golfinhos e toninhas (botos) que existem. A maioria das baleias pequenas, dos golfinhos e das toninhas pertence à subordem das baleias com dentes, Odontocetos. As maiores, como a baleia azul, com 30 metros de comprimento e mais de 120 toneladas de peso, alimentam-se por um sistema mandibular, que funciona como um filtro. Essas são as baleias de barbatana da subordem dos Mysticetos.

O krill é a base alimentar da maioria das baleias que percorre a rota antártica, principalmente das baleias de barbatana. As que têm dentes, como a cachalote, e que buscam outras presas, chegam a mergulhar cerca de dois mil metros em busca de alimento.

Desde 1987, a caça à baleia com fins comerciais foi proibida, mas até hoje alguns países continuam caçando, mesmo que ilegalmente, pois consideram essa atividade importante fonte de alimento ou comércio.



MAMÍFEROS



Os lobos-marinhos quase entraram em extinção, já que eram muito procurados por caçadores pela pelagem grossa. Depois que passaram a ser preservados, proliferaram e hoje são encontrados em grande número. São considerados um bom exemplo de recuperação ambiental.



A foca-leopardo é a mais agressiva das focas. É vista, em geral, sobre blocos de gelo e perto de colônias de pingüim, se alimentando deles quando esses retornam para os ninhos. Podem atacar até foca-caranguejeira, principalmente filhotes. Em outras épocas do ano se alimentam de krill.



A foca-de-weddell pode atingir 700 metros de profundidade, permanecendo submersa por mais de uma hora. Seu sangue pode acumular três vezes mais oxigênio que o humano. No inverno, esta espécie chega a dormir dentro d'água, onde a temperatura, em torno de -2°C , é mais suportável que os -20 a -40°C da atmosfera.



Maior foca existente, o macho do Elefante-marinho pode atingir 4,5 metros de comprimento e pesar 4.000 quilos. As fêmeas medem até 2,8 metros de comprimento e pesam 900 quilos. Formam densos agregados, onde poucos machos dominam e vários outros ficam esperando pela chance de lutar pelo harém.



A foca-caranguejeira é a espécie mais abundante. Vive sobre blocos de gelo e não forma haréns. Se alimenta de krill e tem dentes complexos que as permitem retirar o krill da água do mar.



Depois das baleias, as focas, ou pinípedes, são os mamíferos que melhor se adaptam à vida nas águas geladas da Antártica. Podem viver tanto na água como em terra, onde se reproduzem. As focas evoluíram a partir de ancestrais semelhantes às lontras. Pertencem à ordem dos carnívoros e à subordem Pinnipedia (termo que deriva do latim *pinna*, que significa nadadeira, asas ou pena, e *pedis*, que significa pé; ou seja, são animais com pés em forma de nadadeira).

As focas dividem-se em três famílias: Odobenidae (as morsas, com presença restrita ao Ártico), Otariidae (focas com orelhas, com 14 espécies) e Phocidae (as focas verdadeiras, com 19 espécies). Das 34 espécies conhecidas no mundo, apenas seis são encontradas na região antártica: um representante dos otarídeos, o lobo-marinho antártico, e as demais da família dos focídeos (foca-leopardo, foca-caranguejeira, foca-de-ross, foca-de-weddell e o elefante-marinho-do-sul).

O segredo da sobrevivência destes animais no ambiente antártico deve-se principalmente à sua proteção contra perda de calor. Além da pelagem, as focas têm espessa camada de gordura sob a pele, e uma grande rede de vasos sanguíneos assegura trocas de calor, permitindo a manutenção da temperatura do corpo, tanto na água gelada quanto sob o sol. Seu organismo também é preparado para realizar longos e profundos mergulhos. Isso graças a um volume de sangue maior que o dos mamíferos terrestres e à alta concentração de mioglobina (um derivado da hemoglobina) em seus músculos. Podem permanecer na água praticamente durante todo o inverno. A dieta varia com a espécie e consiste de peixes, crustáceos, lulas, pingüins e até de outras focas. Têm um filhote por cria e podem viver cerca de 20 a 25 anos.

Por causa da pele e do óleo, esses animais foram alvo de caçadores por mais de dois séculos e algumas espécies quase foram extintas. Hoje, são protegidas por acordos internacionais, como a Convenção para Conservação das Focas Antárticas e o Protocolo de Madri.

A vida na Antártica
está mesmo é embaixo
d'água.



Em um continente quase todo coberto de gelo e cuja vegetação se resume a líquens, musgos e gramíneas, a principal fonte de alimentos é o mar. Assim, pode-se generalizar que a vida na Antártica está ligada ao mar.

Apesar da aparente ausência de vida nas áreas emersas da Antártica, as comunidades biológicas marinhas são ricas e diversas.

O ambiente marinho antártico é caracterizado por apresentar temperaturas baixas estáveis e por ser altamente sazonal (cíclico) no que diz respeito, principalmente, à luminosidade e à presença de gelo. Essas características fazem com que a produção primária (a base da cadeia alimentar) seja sazonal, afetando todo o resto do ecossistema. Essas condições sugerem uma seleção dos padrões alimentares, reprodutivos, bioquímicos e comportamentais. Dentre esses, predominam baixo metabolismo no inverno e rápido crescimento e grande atividade reprodutiva nas estações mais quentes, a partir da primavera.

As baixas temperaturas foram críticas na seleção de diversas macromoléculas com propriedades físico-químicas adequadas à manutenção da vida em temperaturas abaixo de zero. O aparecimento de glicoproteínas anticongelantes nos fluídos biológicos de peixes antárticos foi um evento de grande importância metabólica.

A vida na Antártica é única, frágil e susceptível a mudanças ambientais globais. Os organismos antárticos têm tolerância baixa a alterações na temperatura e salinidade, sendo vulneráveis ao aquecimento global. São conhecidos também por terem crescimento muito lento e impactos ambientais podem ter consequências irreversíveis naquela região, uma vez que a comunidade levaria muito tempo para se recuperar. Algumas não se recuperam jamais.

As formas de vida existentes na Antártica evoluíram sob as condições extremas de frio, vento, gelo e neve. O isolamento desse continente pelas massas de água, a baixa capacidade de dispersão e as condições especiais levaram ao estabelecimento de espécies que só ocorrem naquela região. Por essa razão, a Antártica tem um alto nível de endemismo, ou seja, as comunidades antárticas são compostas, em grande parte, por organismos únicos.



As comunidades de organismos que vivem nos fundos marinhos antárticos (bentos) podem, em determinadas áreas, ter uma diversidade tão alta quanto um recife de coral de áreas tropicais.

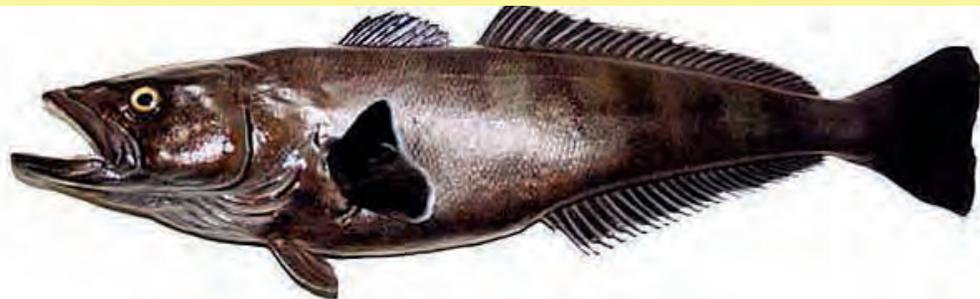
Esponjas de vidro, estrelas-do-mar de 50 braços e corais muito frágeis fazem parte desta fauna tão especial, frágil e única.

Os organismos antárticos estão muito bem adaptados às condições extremas, consideradas extremas somente para aqueles que se aventuram a estudá-los *in loco*.

RECURSOS VIVOS

Cerca de 270 espécies de peixes foram identificadas ao sul da Convergência Antártica, a maioria das quais, endêmica, ou seja, só ocorre naquele ambiente. Doze espécies estão regularmente sujeitas à exploração comercial e algumas delas têm grande valor comercial. Embora os estoques de quase todas as espécies se situem em níveis considerados perigosos, algumas são ainda passíveis de exploração comercial, desde que de forma sustentável.

A maior ameaça no Oceano Austral é a pesca ilegal, que está levando a merluza negra a uma situação de ameaça. Considerada um peixe muito valioso, a merluza negra pode render, por barco, um milhão de dólares por mês. Como as cotas permitidas pela CCAMLR (Convenção para a Conservação dos Recursos Vivos Marinhos Antárticos) são limitadas, algumas nações enveredam pela ilegalidade. A pesca ilegal também está matando incidentalmente um grande número de aves, incluindo o já ameaçado albatroz.





Nos últimos 30 anos, tem sido observada uma redução de 80% dos estoques de krill.

As lulas constituem o principal grupo dos cefalópodes do Oceano Austral. Devido a dificuldades de amostragem, a abundância desse animal é pouco conhecida. Servem como alimento para predadores vertebrados tais como cachalotes, golfinhos, orcas, focas e aves. As lulas são também consideradas recurso de grande potencialidade para a pesca comercial.



Peixes, lulas, krill, focas e baleias constituem os recursos vivos mais conhecidos. Apesar de protegidos por convenções e tratados, os mamíferos são considerados recursos vivos com potencialidade de exploração caso venham a perder, futuramente, o status de espécies protegidas.

O recurso mais abundante do Oceano Antártico é o krill, um crustáceo semelhante a um pequeno camarão, com até 6 cm de comprimento. Estima-se que o número de krill no Oceano Antártico já chegou a cerca de 600 bilhões e a sua densidade a cerca de 19 milhões de indivíduos por quilômetro quadrado. O peso total do krill ultrapassou de longe o peso total de seres humanos na Terra. Durante o verão, esses organismos se congregam em grandes cardumes, já tendo sido encontrados cardumes que ocupam áreas de 450 quilômetros quadrados com mais de dois milhões de toneladas.

O krill é um dos elos principais da cadeia alimentar antártica. Alimentando-se de fitoplâncton, esse animal serve, por sua vez, de alimento para animais de níveis tróficos mais altos. Estima-se que a cada ano, cerca de 250 milhões de toneladas de krill são consumidas por lulas, peixes, pingüins e outras aves, focas e baleias de barbatanas.

O krill é considerado como uma possível fonte de proteínas de alta qualidade para o consumo humano, porém apresenta uma concentração elevada de flúor, prejudicial ao ser humano. Tem sido mais utilizado como óleo e ração de peixe em aquicultura, e despertado o interesse das indústrias nutricional, cosmética e farmacêutica. Possuem altas concentrações de ômega-3 e baixos níveis de contaminação por mercúrio, dioxinas e PCBs. Podem também ser utilizados para acelerar a cicatrização pós-cirúrgica e auxiliar no tratamento do colesterol alto.

Com as mudanças ambientais que estão acontecendo no Oceano Austral, as populações de krill estão reduzindo drasticamente o que já começa a afetar o resto do ecossistema antártico, como por exemplo, está havendo diminuição na população de algumas espécies de pingüim que dependem do krill.

Reserva natural conserva





grada à paz e à ciência

A grandiosidade e vastidão do Continente Antártico, seus valores naturais e agrestes, praticamente intocados pelo homem, dentre os quais sua biota especial, frágil e única, por si só constituem um preciosíssimo bem comum de toda a humanidade, que cabe preservar.

O Protocolo ao Tratado da Antártica sobre Proteção ao Meio Ambiente, Protocolo de Madri, que entrou em vigor em 1998, em seu Artigo 2, designa a Antártica como reserva natural, consagrada à paz e à ciência.

A proteção ao meio ambiente Antártico é uma das mais altas prioridades de todas as Nações que operam na Antártica. A Antártica é a região do planeta mais preservada e assim deve ser mantida, compatibilizando a presença do ser humano e o atendimento de suas necessidades com a mitigação do impacto ambiental naquele que é um ecossistema com alto grau de fragilidade.

O BURACO DE OZÔNIO

Durante a presença do buraco de ozônio, na Antártica, pode ocorrer uma diminuição de até 80% do ozônio e a radiação pode aumentar mais de 500%. Nas regiões vizinhas, como no sul do Continente Americano, a redução chega a 60%.

Na região de maior concentração de ozônio, em torno de 28 quilômetros de altura, existem apenas cinco moléculas de ozônio para cada milhão de moléculas de oxigênio. Se trouxermos toda a camada de ozônio para a superfície da Terra em uma temperatura de 0° C, ela terá 3 milímetros de espessura.

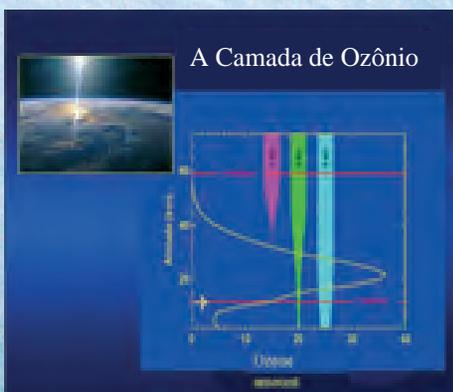
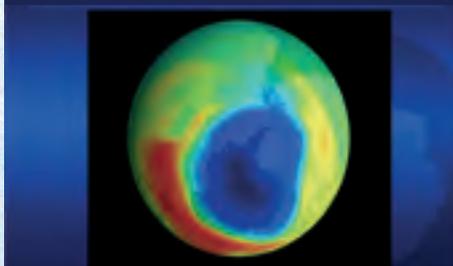
O que é. Um dos gases minoritários mais importantes é o ozônio, molécula constituída por três átomos de oxigênio (O₃). O ozônio existe em toda a atmosfera, mas é na região entre 20 e 35 quilômetros de altitude onde está a sua maior concentração, cerca de 90% do total. Esta região é denominada de camada de ozônio. É nesta camada que 90% da radiação ultravioleta do tipo B (UV-B) é absorvida. Apenas o ozônio, na atmosfera, tem esta propriedade importante de absorver a radiação UV-B, que é prejudicial à vida de seres humanos, animais e plantas.

A camada de ozônio é muito fina nos trópicos e mais densa nos pólos. 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. Este 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. Como o efeito da radiação é cumulativo, a preocupação é avaliar as consequências para o meio ambiente nos próximos anos.

A destruição da camada de ozônio ocorre em toda a Terra, mas em latitudes menores é menor (0,4%) e mais lenta. A destruição do ozônio é maior no Pólo Sul (80%) que no Pólo Norte porque a Antártica é muito mais fria e tem uma circulação estratosférica isolada.



O Buraco de Ozônio já atinge áreas habitadas



Por ser a Antártica a região do planeta mais sensível às mudanças globais, é lá que percebemos primeiro as alterações que a Terra vem sofrendo.

A primeira evidência de que as atividades humanas estão alterando as condições de vida na Terra foi a descoberta do buraco de ozônio, na Antártica, em 1985. Essa descoberta alertou o mundo para as mudanças potencialmente perigosas ao ambiente causadas por essas atividades. Por outro lado, levou ao desenvolvimento das primeiras medidas de controle da poluição em escala global.

A partir dos anos 60, percebeu-se uma nítida diminuição do conteúdo da camada de ozônio, a nível mundial, de ano a ano. Essa diminuição, que é de 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 clorofluorcarbonetos, chamados CFCs, substâncias produzidas artificialmente pelo ser humano moderno, muito úteis nos processos de refrigeração, em geladeiras e em ar condicionado, principalmente. Nessas substâncias existe o cloro, que só se separa da molécula de CFC quando essa é submetida a altas doses de radiação UV-B. Os CFCs são liberados na superfície e demoram muitos anos para chegar à estratosfera, onde a radiação provoca a liberação do cloro que reage com o ozônio e o destrói.

Após o assinar o Protocolo de Montreal, em 1987, os países participantes se comprometeram a reduzir pela metade a emissão dos gases destruidores de ozônio até o ano de 2000.

As emissões estão, atualmente, controladas e os gases CFCs foram substituídos por outros componentes químicos que não agredem o ozônio e não permanecem por muitos anos na atmosfera. Estudos sugerem que a tendência, se nada de novo acontecer, é de lenta recuperação da camada até 2045.

Está escrito no gelo como era o clima no passado.

Observando o gelo, os pesquisadores podem identificar, por exemplo, se no ano do nascimento de Cristo o verão era menos quente do que hoje. Por meio de isótopos, pode-se verificar a atividade do sol em várias eras, além da atividade biológica, obtida pela análise das moléculas de origem orgânica. Outro exemplo, para citar um drama moderno: os poluentes. Até há pouco, pensava-se que a poluição era exclusivamente produto da Era Industrial. Não é. Pelo que se pôde apurar no gelo, ela teve origem com o chumbo, no Império Romano. Para cunhar césares em moedas, os romanos impregnavam a água com chumbo.

Somente a Antártica pode fornecer dados suficientes e em resolução adequada para contribuir para as previsões das mudanças climáticas futuras.

A neve ao se precipitar carrega consigo as características da composição química da atmosfera daquele momento no qual ela se formou: bolhas de ar, sais, poeira, cinza de vulcões, poluentes etc. Na Antártica, essa neve não derrete e as camadas vão se sobrepondo ao longo do tempo.



Gases do Efeito Estufa:
Dióxido de Carbono (CO₂)



O aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera, antes de 1958, e a determinação de suas concentrações no período anterior à Revolução Industrial, foram comprovados através da análise de amostras de bolha de ar retidas nos testemunhos de gelo antártico.

A neve que se acumula nas regiões Apolares da Antártica, da Groenlândia e nas altas montanhas dos Andes, solidificando-se em geleiras, guarda nas profundezas a memória ancestral das condições climáticas e ambientais do planeta, além de revelar as interferências humanas ou não sobre o ecossistema. Cada camada de gelo é um arquivo natural de informações. Esse é o melhor arquivo da história climática e da química atmosférica ao longo de centenas de milhares de anos e com alto grau de resolução.

Pesquisas em testemunhos de gelo* na Antártica permitiram reconstruir variações no teor dos gases de efeito estufa e da temperatura atmosférica ao longo dos últimos 650 mil anos. Também permitiram detectar explosões vulcânicas e fontes terrestres de poeira; atividades biológicas terrestre e marinha; e capacidade de oxidação da atmosfera.

Essas informações, complementadas pelo registro paleoclimático preservado em sedimentos do Oceano Austral e da margem continental da Antártica, têm imediata aplicação no entendimento dos processos de desertificação global, alterações nos padrões de circulação atmosférica e oceânica e eventos de mudanças climáticas abruptas (na escala de uma geração humana).

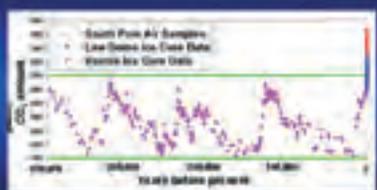
Contribuem também para ampliar o conhecimento de oscilações ambientais de periodicidade mais curta (El Niño e La Niña, por exemplo), que podem ser mais diretamente relacionadas a variações na composição atmosférica da América do Sul, em especial da região amazônica.

* 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.

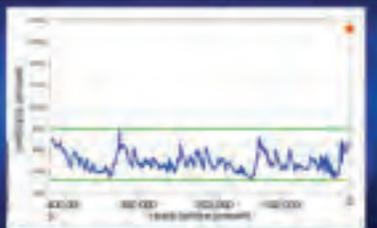
AQUECIMENTO GLOBAL

A Ilha Rei George, onde se localiza a Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz, está em uma das regiões mais susceptíveis às variações climáticas globais, a Península Antártica. Registros meteorológicos indicam rápido aumento na temperatura atmosférica local (3° C) ao longo dos últimos 50 anos, quatro vezes maior que a média mundial, o que tem levado a grandes perdas na cobertura de gelo. 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.

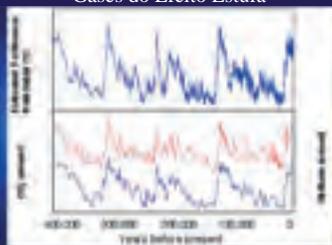
Gases do Efeito Estufa:
Dióxido de Carbono (CO₂)



Gases do Efeito Estufa:
Metano (CH₄)



Associação Clara entre Clima e
Gases do Efeito Estufa



Amostras da atmosfera passada, coletadas em bolhas de ar retidas no gelo antártico, indicam aumento de 30% na concentração de dióxido de carbono (CO₂) e de 100% na de metano (CH₄), desde o início da revolução industrial. Indicam também que a concentração desses gases variou concomitantemente à temperatura da atmosfera durante os últimos 410 mil anos.



A Antártica é o mais perfeito laboratório natural do Planeta para estudos de mudanças ambientais.

Esclarecer as complexas interações entre os processos naturais antárticos e globais é importante para o entendimento do funcionamento do Sistema Terra e, portanto, essencial para a preservação da própria vida.

A radiação solar que atinge a superfície da Terra é em parte absorvida e em parte refletida de volta para a atmosfera. Gases minoritários existentes na atmosfera terrestre (gases de efeito estufa), por sua vez, são capazes de absorver e reemitir para a Terra a radiação infravermelha recebida, interferindo assim no clima terrestre.

Em média, a radiação emitida pela Terra deve equilibrar a radiação absorvida. Conseqüentemente, tanto a atmosfera quanto a superfície terrestre são mais quentes do que seriam sem a presença dos gases de efeito estufa. Deve-se notar que sem o efeito estufa a atmosfera do planeta seria 15° C mais fria do que a atual, não permitindo a evolução da vida como a conhecemos.

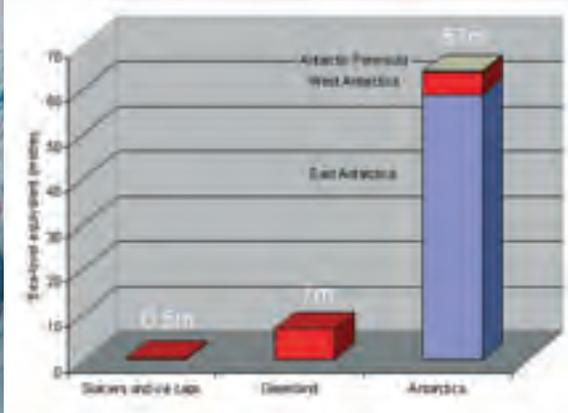
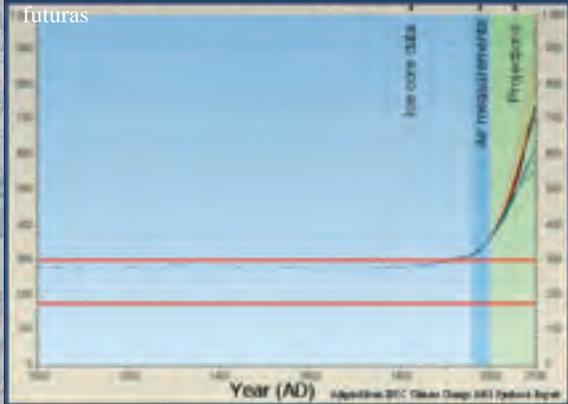
A maioria dos gases causadores do efeito estufa ocorre naturalmente na atmosfera. Os mais relevantes são o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). Atividades industriais, queimadas, desmatamento, agricultura e outras ações antrópicas têm causado a introdução artificial desses e de outros gases na atmosfera, aumentando suas concentrações em escala global, intensificando, assim, o efeito estufa. Os gases CFCs e halons, introduzidos na atmosfera, contribuem não só para a destruição da Camada de Ozônio, como também para a intensificação do efeito estufa.

O estudo da concentração dos gases de efeito estufa em regiões como a Antártica tem particular relevância, uma vez que este continente não é fonte nem sumidouro importante desses gases (exceto os CFCs). A atmosfera antártica, excepcionalmente limpa, fornece valores de referência para comparação com medições efetuadas em outras regiões. Além do que, o estudo do gelo antártico possibilita o conhecimento da variação da concentração desses gases ao longo de milhares de anos.

AUMENTO DO NÍVEL DO MAR

Por ser parte integrante do sistema ambiental global, a região antártica não só exporta sinais climáticos, afetando o clima global, mas também importa sinais climáticos globais, sofrendo suas conseqüências.

Concentrações atmosféricas de CO₂ – passadas e futuras



Estimativas indicam a possibilidade de ocorrer um aumento do nível do mar entre 25 e 57 centímetros, durante os próximos cem anos, o que traria graves conseqüências sócio-econômicas para as populações litorâneas brasileiras.



Desde 1950, 86% das geleiras da Península Antártica têm sofrido sinais consideráveis de retração. A previsão é que o derretimento de gelo desta região eleve em 7 metros o nível do mar.

O monitoramento do balanço de massa do gelo antártico é essencial para se prever mudanças no nível do mar atual e seus eventuais impactos na costa brasileira.

O aquecimento global, provavelmente associado à intensificação do efeito estufa, tem como consequência o derretimento parcial da água retida no manto de gelo da Antártica.

O manto de gelo antártico é um dos principais controladores do nível dos oceanos. O hipotético derretimento dos 25 milhões de quilômetros cúbicos de gelo representaria um aumento estimado em cerca de 60 metros no nível médio dos mares. Essa hipótese é considerada fantasiosa e o que se prevê é que o derretimento fique restrito à periferia do continente. Uma das regiões mais afetadas é a península Antártica, que já mostra sinais de rápida desintegração e de perda de gelo. Mesmo pequenas variações na massa de gelo antártico podem ter importantes consequências para a zona litorânea dos continentes.

O estado do balanço da massa do gelo não é, entretanto, conhecido com precisão, tendo em vista as diferentes escalas espaciais e temporais dos processos que afetam a variação de seu volume. Diversas iniciativas científicas recentes visam adquirir informações sobre a morfologia superficial (principalmente via sensoriamento remoto) e variações da espessura do manto de gelo, e propor modelos matemáticos da dinâmica e do estado de equilíbrio do gelo, ao longo do tempo. A motivação básica dos estudos é tentar detectar a resposta do gelo antártico às mudanças climáticas da Terra e, em particular, ao aquecimento global.

Assim como a atmosfera, a hidrodinâmica do Oceano Atlântico Sul é também diretamente influenciada pelo derretimento do gelo antártico. Como, por exemplo, a formação de correntes de águas profundas, ricas em nutrientes, que afloram em diversas regiões da costa brasileira como Cabo de Santa Marta e Cabo Frio, em um fenômeno conhecido como ressurgência. A entrada de grande quantidade de água doce devido ao aquecimento global deverá afetar diretamente a circulação dos Oceanos Atlântico e Austral, alterando não só a transferência de calor entre as regiões polar e tropical, mas também a biologia dos ecossistemas costeiros do Brasil.

A photograph of a snowy mountain landscape. In the foreground, a ledge of snow is covered with numerous long, thin icicles hanging down. The background shows a snow-covered mountain peak under a clear blue sky.

Com cinquenta anos de pesquisa realizada na região antártica, por diversas nações, muitas são as comprovações da influência da Antártica nos sistemas naturais do planeta. Assim, cresceu também a consciência de que mais importante que explorar as riquezas minerais ou energéticas ali existentes, é entender como esse ecossistema rico, porém frágil, influencia as demais condições de preservação das fontes de vida do planeta.

Ter estudado a Antártica nos proporcionou entender muito do que acontece hoje no Planeta. Foi estudando a Antártica que percebemos as alterações que a Terra vem sofrendo e o quanto o ser humano tem de interferência nesse processo.

Tendo consciência de que não se conhece o sistema terrestre o suficiente para prever as mudanças futuras e sabendo da urgência do tema, está havendo um esforço mundial, por meio de um programa de cooperação internacional, o Ano Polar Internacional, para se tentar conhecer melhor o funcionamento do Planeta e compreender os processos e mudanças ambientais vigentes. Trata-se da maior comunidade científica já reunida em torno de um único tema. Em outras palavras, o mundo se mobiliza para salvar a Terra e garantir as condições de vida futuras.





ANO POLAR INTERNACIONAL - API 2007-08

O Ano Polar Internacional 2007-2008 é um programa de cooperação científica internacional, com foco no Ártico e na Antártica, organizado pela Organização Meteorológica Mundial (World Meteorological Organization) e pelo Conselho Internacional para a Ciência (International Council for Science).

Cerca de 50.000 cientistas de 63 países, envolvidos em 227 projetos, concentraram esforços para tentar compreender as implicações das mudanças ambientais percebidas na Antártica e no Ártico e sua importância ambiental e econômica para o planeta.

Embora o Ano Polar Internacional seja oficialmente em 2007-08, ele compreendeu, efetivamente, o período de março de 2007 a março de 2009. A ideia é que pesquisadores conduzissem estudos por um período de 12 meses completos nas regiões polares. Considerando a logística envolvida, 12 meses de pesquisa envolvem 18 meses de atividades. Considerando ainda uma diferença de 6 meses entre operações no norte (Ártico) e no sul (Antártica), o Ano Polar Internacional foi estendido para 24 meses para atingir seus objetivos científicos.

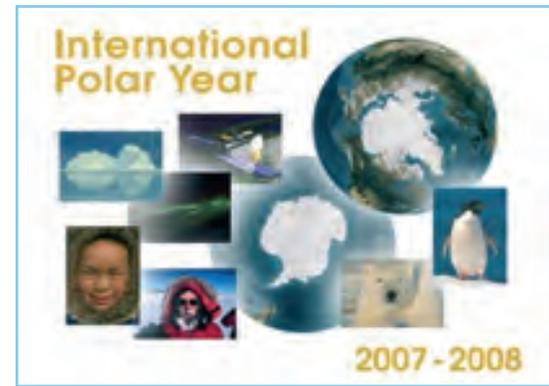
Não houve projetos individuais no API, todos foram baseados em cooperação internacional e envolvidos em seis grandes temas que visavam:

- a compreensão do estado do meio ambiente das regiões polares;
- a compreensão das mudanças passadas e previsão das mudanças futuras nas regiões polares;
- a compreensão da conexão entre processos polares e globais;
- expansão das fronteiras da ciência para as regiões polares; e
- a utilização do conhecimento obtido das regiões polares como ferramenta para compreender a história da Terra e até mesmo do espaço.

O diferencial deste API, comparado com outros anos polares, é que este abordou também a dinâmica cultural, social e a adaptação das comunidades humanas polares.



O Quarto Ano Polar Internacional abordou aspectos cruciais em um momento crítico para toda a humanidade e certamente deixará um legado enorme de dados e informações; além de ter impacto na educação, em todos os níveis, e no desenvolvimento tecnológico. Deve expandir a comunidade científica, atrair uma nova geração de cientistas para a pesquisa polar e ampliar as parcerias internacionais. Disponibilização dos dados livres, engajamento público e sensibilização da população também foram objetivos do API.

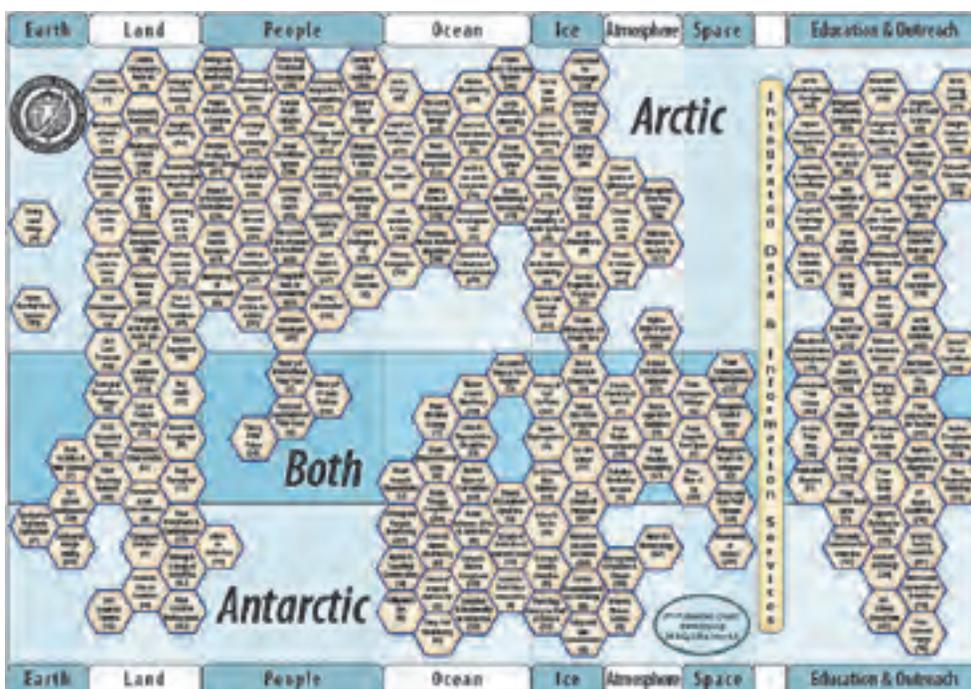


Envolvimento do Brasil. A Academia Brasileira de Ciências e o Ministério da Ciência e Tecnologia coordenaram as atividades do Ano Polar Internacional no Brasil, que foram realizadas no âmbito do Programa Antártico Brasileiro. Os projetos brasileiros, em cooperação com outros países, envolveram estudos da atmosfera e sua conexão com a América do Sul; impacto do Clima Espacial na Atmosfera Polar; influência das correntes oceânicas provenientes da Antártica na plataforma da América do sul, em especial na costa brasileira; alterações na massa de gelo da Península Antártica e conseqüente impacto nos ecossistemas terrestres e marinhos; biodiversidade molecular; e ecologia microbiana. Um dos grandes projetos do API que contou com a participação brasileira foi o Censo de Vida Marinha Antártica, que consiste no maior inventário de espécies marinhas já realizado.

O primeiro encontro de coordenação de pesquisa polar aconteceu cerca de 125 anos atrás, patrocinado pela Organização Meteorológica Internacional (International Meteorological Organization, IMO). O primeiro API ocorreu em 1882-1883 e teve como objetivo pesquisar fenômenos geofísicos, que não poderiam ser estudados por um único país. O primeiro API foi importante na medida em que facilitou a cooperação científica internacional, pois vinte nações coordenaram 15 expedições, sendo 13 para o Ártico e 2 para ilhas antárticas.

O segundo API ocorreu em 1932-1933, também financiado pela IMO. Quarenta nações participaram do segundo API e alcançaram avanços científicos nas áreas de meteorologia, magnetismo, ciências atmosféricas e fenômenos ionosféricos (efeito da radiação solar na atmosfera).

O terceiro API foi patrocinado pelo Conselho Internacional para a Ciência (ICSU) e pela Organização Mundial de Meteorologia (WMO) em 1957-1958. Ele recebeu o nome de Ano Geofísico Internacional (IGY) e contou com um grande avanço tecnológico desenvolvido durante a II Guerra Mundial. Como resultados do IGY tem-se as primeiras estimativas de tamanho da massa polar antártica e a confirmação da teoria da deriva continental (movimento das placas tectônicas provocando o afastamento dos continentes). Como avanço geopolítico, tem-se a celebração do Tratado da Antártica, em 1959, que entrou em vigor em 1961.



O Programa Antártico Brasileiro promove, de forma multidisciplinar e interinstitucional, pesquisa nas áreas de Ciências da Atmosfera, Ciências da Terra e Ciências da Vida.

As pesquisas glaciológicas visam a caracterização físico-química da calota de gelo no presente e a relação desse gelo com as condições ambientais atuais e do passado recente, possibilitando, então, a reconstrução da história do clima na região.



A pesquisa brasileira na área de Ciências Atmosféricas busca compreender a atmosfera antártica e sua influência sobre o clima no Brasil. Esses estudos permitem também o acompanhamento de fenômenos atmosféricos de grande escala, como o buraco de ozônio e o efeito estufa.





No domínio das Ciências da Terra são desenvolvidos projetos de geologia, de geofísica e de cartografia, abrangendo áreas continentais e marinhas. As investigações na área de geologia buscam o conhecimento e a interpretação da placa tectônica antártica, dos fundos marinhos e do continente Gondwana.

No âmbito das Ciências da Vida, os estudos buscam desvendar os processos que regem a vida na Antártica, conhecer a estrutura e dinâmica dos ecossistemas marinhos e terrestres e compreender as adaptações dos organismos antárticos às condições desse ambiente aparentemente tão adverso.

O conhecimento gerado por essas pesquisas tem contribuído para a caracterização do ambiente antártico e de sua fragilidade. Tem proporcionado importantes subsídios para a avaliação dos efeitos de mudanças globais sobre o ecossistema antártico e nos ajuda a compreender processos biológicos e hidrográficos importantes que ocorrem em nossa própria plataforma continental.

Por ser um laboratório natural único, o maior laboratório vivo do planeta, a Antártica tem importância científica incontestável.

Após 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 e o direito de participar do aproveitamento dos recursos naturais da região e dos mecanismos decisórios do Sistema do Tratado da Antártica.

A pesquisa científica é a razão maior da presença brasileira na Antártica. A continuidade dessa pesquisa é condição essencial para que o País mantenha sua condição de Membro Consultivo do Tratado da Antártica, com direito a voz e voto.

Nesse sentido, o Brasil, desde 1982, desenvolve pesquisa científica na Antártica, por intermédio do Programa Antártico Brasileiro – PROANTAR, justificando seu direito de participação nesses mecanismos decisórios.

Consolidando, dessa forma, sua presença no seleto grupo de países que regem o destino de um continente com 14 milhões de quilômetros quadrados, com posição estratégica privilegiada e detentor de riquezas minerais ainda não avaliadas.

O Programa Antártico Brasileiro é uma das grandes conquistas nacionais. A pesquisa realizada por brasileiros na região antártica tem colocado o Brasil em evidência na comunidade científica internacional, proporcionando condições ao país de participar das discussões acerca daquele continente. Mas, principalmente, tem trazido para o país conhecimentos fundamentais sobre fenômenos naturais que afetam direta ou indiretamente a nossa população e que têm a sua origem nas regiões polares.



O Ministério do Meio Ambiente (MMA) é responsável pelo segmento ambiental do Programa Antártico Brasileiro, encarregado de avaliar o impacto das atividades brasileiras na Antártica e de zelar pelo cumprimento dos compromissos internacionais assumidos pelo Brasil na proteção do meio ambiente antártico.

Nos últimos anos, o MMA induziu e financiou, em parceria com MCT/CNPq e SeCIRM, o projeto “Mudanças Ambientais na Antártica”, que investigou os reflexos das alterações ambientais globais percebidas na Antártica e seu impacto no território brasileiro. Esse trabalho envolveu centenas de pesquisadores de mais de 20 instituições de pesquisa no Brasil e foi o alicerce para o engajamento pleno e bem sucedido do Brasil nas atividades do Ano Polar Internacional (API), uma vez que mudanças globais é o foco do API.

Foram formadas duas grandes redes de pesquisa, dentro do projeto induzido “Mudanças Ambientais na Antártica: impactos global e local”.

Mudanças Ambientais Globais. A Rede 1 investigou os reflexos das alterações ambientais globais percebidas na Antártica. Para isso, realizou estudos integrados da atmosfera, do gelo, do solo e do oceano.

Interação Gelo-Atmosfera. Um grupo de pesquisa centrou seu estudo na interação gelo-atmosfera, visando a identificação da variabilidade climática na região, ao longo dos últimos 300 anos, e o monitoramento da resposta da calota de gelo local ao aquecimento atmosférico. Procurou também identificar as causas para a rápida alteração ambiental que tem sido verificada na região nos últimos 20 anos.

A coleta de amostras de aerossol e neve, em locais distintos, realizada também por este grupo, tem fornecido informações sobre a relação entre a composição do gelo e da atmosfera, utilizadas em modelos de circulação geral da atmosfera para melhorar o conhecimento sobre a influência exercida pela Antártica sobre as condições meteorológicas e climatológicas da América do Sul.

Atmosfera. Foi dada continuidade ao monitoramento de longo prazo do ozônio estratosférico, radiações UV-B e NO₂ na Antártica, e extremo sul da América do Sul, associado a estudos similares no Brasil.

Foi realizado também o monitoramento de longo prazo da temperatura da mesosfera, para desenvolvimento de um índice de aquecimento global atmosférico.

Pesquisadores se dedicaram também a estudar o Tempo Espacial, com base 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, assim como nas interações dos raios cósmicos com a cobertura de nuvens da região.

Oceano. Uma pesquisa oceanográfica multidisciplinar se dedicou ao monitoramento de parâmetros ambientais bióticos e abióticos do Oceano Austral e seus reflexos no Atlântico Sul. Foram 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.

Opapel dos oceanos no ciclo global do carbono e a resposta do ecossistema às mudanças ambientais globais podem ser esclarecidos por meio do conhecimento do fitoplâncton e da estrutura trófica do ecossistema pelágico antártico. Estudo também realizado por este grupo de pesquisa.

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, realizados pelo grupo, podem possibilitar, a médio ou longo prazo, a obtenção de parâmetros referenciais para o monitoramento das tendências e das oscilações na abundância e nos padrões de distribuição tanto dos predadores como das presas e das suas reações a mudanças ambientais.

Resultados. Os resultados do estudo realizado por esta rede de pesquisa têm permitido caracterizar e monitorar as condições físico-químicas e biológicas na região polar no presente e no passado recente. Este estudo deve contribuir para a compreensão do papel da região como controladora das condições ambientais no Hemisfério Sul. Com isso, será possível, no futuro, o modelamento e elaboração de cenários sobre a resposta daquela região às mudanças climáticas, tanto as naturais quanto as causadas pelo homem, e as conseqüências para o ambiente e a sociedade brasileira.



PESQUISA E MONITORAMENTO

Além do interesse internacional sobre o papel da Antártica nas mudanças globais, que adquiriu enorme relevância nos últimos anos, passou a ser 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. Esse Protocolo estabeleceu diretrizes e procedimentos que devem ser adotados na execução de qualquer atividade na Antártica, seja ela científica, de apoio logístico ou de turismo.

O monitoramento do impacto ambiental das atividades brasileiras na Antártica é um compromisso assumido pelo Governo Brasileiro ao ratificar o Protocolo de Madri.

Estudo do Estado do Meio Ambiente. Uma segunda rede de pesquisa foi criada para efetuar a avaliação do impacto ambiental na Ilha Rei George, mais especificamente na Baía do Almirantado (atualmente classificada como Área Antártica Especialmente Gerenciada – AAEG), onde está situada a Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz.

Este estudo abrangente das condições ambientais dessa região permitiu uma avaliação plena do impacto de atividades humanas gerado pelos cientistas, turistas e pessoal de apoio das estações, bem como dos impactos decorrentes de operações logísticas atuais e passadas.

Esta rede foi formada por 15 grupos de pesquisa, oriundos de 8 instituições brasileiras, que realizaram estudos multidisciplinares considerando uma série de parâmetros bióticos e abióticos, voltados à implementação de uma estratégia para o gerenciamento ambiental.

Há 24 anos, a comunidade científica estuda vários aspectos da Baía do Almirantado e sua parte terrestre circundante. Tal fato resultou em um conjunto de dados bióticos e abióticos que necessitavam de avaliação para que fosse implementado, de forma eficaz, o monitoramento ambiental.

Todos os dados coletados foram integrados em um Sistema de Informações Geográficas – SIG com capacidade para exercer uma contínua atualização de dados e propiciar uma ampla acessibilidade.

As avaliações críticas dos resultados indicaram quais são as variáveis necessárias para um eficiente monitoramento do impacto ambiental na Baía do Almirantado. Tais informações também têm servido de subsídios para as ações mitigadoras de possíveis impactos ambientais na região.

O conhecimento integrado do ambiente, considerando a capacidade de suporte e desenvolvimento tecnológico das instalações brasileiras na Antártica, as necessidades, a logística, e as regras e procedimentos estabelecidos pelo Protocolo de Madri, tem permitido a elaboração de um plano voltado para a organização, o aperfeiçoamento e a utilização da Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz.

Foram desenvolvidas as seguintes atividades:

No ambiente marinho – medições dos seguintes parâmetros: físicos (correntes, temperatura, salinidade, marés, ventos e pressão atmosférica); químicos (hidrocarbonetos orgânicos do petróleo, compostos orgânicos persistentes, indicadores químicos de esgotos, metais pesados, nutrientes, clorofila, pH, alcalinidade, oxigênio dissolvido e pressão parcial de CO₂ na água marinha); microbiológicos (indicadores biológicos de origem fecal, micro-organismos degradadores xenobióticos e patógenos); biológicos (estrutura das comunidades bentônicas e cadeia alimentar marinha); e geológicos (batimetria, morfologia do fundo e distribuição de sedimentos).

No ambiente terrestre – estudo das comunidades vegetais e animais por meio de suas distribuições e associações ecológicas, com o propósito de identificar as espécies e os indicadores de impacto ambiental para projetos futuros de monitoramento; caracterização pedológica e micro-morfológica dos solos, incluindo matéria orgânica, ciclos bioquímicos e metais pesados, assim como as suas distribuições (mapeamento).

Controles múltiplos na detecção de efeitos antropogênicos através de análises assimétricas – análises estatísticas univariadas, apropriadas para o exame de dados de pós-impacto, onde o valor do parâmetro na área impactada é comparado ao valor médio das áreas controladas a fim de distinguir impactos naturais dos impactos antropogênicos.

Experimentos voltados para a toxicidade, a bioacumulação e biotransformação; e avaliação das respostas de organismos marinhos a contaminantes antropogênicos no campo e em laboratório.

Implantação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para ser utilizado como ferramenta para promover a integração espacial dos dados obtidos por todos os projetos da rede de pesquisa; prestar suporte para o monitoramento do impacto ambiental causado pelas atividades humanas; e auxiliar nas decisões do plano de gerenciamento da AAEG. O SIG, por meio da utilização de rotina das análises de dados e geração de mapas, disponibilizará as informações necessárias para o planejamento de atividades logísticas, científicas e turísticas. Propiciará, ainda, informações multitemporais para o monitoramento ambiental e para os estudos de impacto na área.

Elaboração do Plano de Diretrizes e do Plano de Gerenciamento Ambiental para a Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz (EACF), baseado nos dados ambientais gerados pela rede.

Monitoramento do Clima e

Um novo foco

Monitorar o Sistema Terrestre é fundamental para se detectar e compreender mudanças climáticas e ambientais. Para medir tais mudanças é preciso coletar dados continuamente, com qualidade controlada, e por um longo prazo. Para se ter uma compreensão global integrada é necessária uma rede abrangente de sistemas de monitoramento e observação. Indicadores ambientais polares fazem parte da Rede Mundial de Sistemas de Observação da Terra (GEOSS), onde estão incluídas observações do oceano, gelo e atmosfera do Oceano Austral e da Antártica.

A pesquisa científica realizada nas regiões polares tem tido grande valor na compreensão das implicações das mudanças ambientais percebidas nessas regiões e sua importância ambiental e econômica para o planeta. O monitoramento, por sua vez, reduz as incertezas dos modelos de previsão, além de permitir avaliação mais acurada de implicações futuras. Além disso, o monitoramento é o principal elo entre as investigações científicas interdisciplinares e as tomadas de decisão pelos gestores científicos e governamentais.

Um dos principais legados que se pretendem deixar do Ano Polar Internacional (API), como contribuição na detecção, compreensão e previsão dos impactos das mudanças climáticas e ambientais é uma rede de sistemas de observação. Nos últimos três anos, as Partes Consultivas do Tratado da Antártica têm sido incentivadas durante suas reuniões consultivas a estabelecer, manter e estender, em seus programas nacionais, monitoramento científico de longo prazo e observações de mudanças ambientais nos componentes físico, químico, geológico e biológico no meio ambiente antártico, e que contribuam com essa rede de sistemas de observação criada durante o API.

do Meio Ambiente Antártico

do PROANTAR

Buscando uma compreensão integrada a longo prazo das mudanças ambientais percebidas na Antártica, o recém criado Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártico de Pesquisas Ambientais , INCT-APA (MCT/CNPq), em uma parceria com o Ministério do Meio Ambiente, está implementando um monitoramento de longo prazo, que contempla quatro componentes:

1. A Atmosfera Antártica e o Clima na América do Sul
2. Impacto das Mudanças Globais no Meio Ambiente Antártico
3. Impacto das Atividades Antrópicas no Meio Ambiente Antártico
4. Acompanhamento, Avaliação e Gestão

Também fazem parte dos objetivos do INCT-APA a educação e a difusão do conhecimento.



Monitoramento do Clima e do Meio Ambiente Antártico

- 1. A Atmosfera Antártica e os impactos ambientais na América do Sul**
- 2. Impacto das mudanças globais no meio ambiente antártico**
- 3. Impacto das atividades antrópicas no meio ambiente antártico**
- 4. Acompanhamento, Avaliação e Gestão**

A Atmosfera Antártica e os impactos ambientais na América do Sul

- Região de deslocamento das frentes frias se as alterações do clima
- O Efeito Estufa percebido na Antártica
- Alterações na química e na dinâmica da atmosfera e sua influência no clima:
 - A interação Sol-Terra
 - Temperatura da mesosfera (alta atmosfera)
 - O buraco na camada de ozônio

Impacto das mudanças globais no meio ambiente antártico

- Retração das geleiras
- Retração da cobertura vegetal e alteração na biodiversidade das comunidades vegetais
- Distribuição e flutuação populacional das aves
- Presença do vírus da gripe aviária em animais antárticos
- Introdução de espécies exóticas
- Impacto da radiação UV no ambiente marinho e terrestre

Impacto das atividades antrópicas no meio ambiente antártico

Ambiente Atmosférico

- Impacto por emissões na atmosfera

Ambiente Terrestre

- Introdução de contaminantes no meio. Comunidade microbiana
- Pegada ecológica
- Produção de resíduos sólidos
- Águas residuais
- Qualidade da água doce
- Otimização na matriz energética
- Manuseio de combustíveis
- Operações de aeronaves e veículos
- População da estação
- Atividades de campo
- Impacto cumulativo
- Impacto acústico
- Impacto sobre a paisagem
- Preservação do patrimônio histórico

Ambiente Marinho

- Qualidade ambiental da água do mar (coluna d'água)
- Qualidade da biota (coluna d'água)
- Qualidade do sedimento marinho e biota bentônica

Acompanhamento, Avaliação e Gestão

- Acompanhamento do processo de monitoramento através do sistema PER
- Sistema de Informação Geográfica (SIG)
- Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA)
- Educação e Difusão da Ciência

Desenvolvimento de Tecnologias

- Desenvolvimento de módulo padrão
- Energias limpas
- Desenvolvimento de tecnologia para contenção de derramamento de óleo

Instituto Nacional de C&T Antártico

INCT

Os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia foram criados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia em busca da excelência nas atividades de Ciência e Tecnologia em nível internacional por meio dos programas e instrumentos operacionalizados pelo CNPq e pela FINEP, e outras entidades federais (CAPES, PETROBRAS, BNDES, Ministério da Saúde), com apoio das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa - FAPs. Dentre esses, se encontra o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártico de Pesquisas Ambientais (INCT-APA), que está sediado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, no Instituto de Biologia, sob a coordenação da Dra Yocie Yoneshigue Valentin e da Dra Rosalinda Carmela Montone (vice-coordenadora).

Este instituto está constituído por uma abrangente rede de investigações multidisciplinares ligada a 15 diferentes instituições distribuídas em sete estados no país e no Distrito Federal.

Instituições Parceiras

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
USP – Universidade de São Paulo
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
UNITAU – Universidade de Taubaté
UNESP – Universidade Estadual Paulista
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo
UFPR – Universidade Federal do Paraná
UNIVALI - Universidade do Vale do Itajaí
UFSM – Universidade Federal de Santa Maria
UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa
UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos
UFSM – Universidade Federal de Santa Maria
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
MMA – Ministério do Meio Ambiente

Sua principal área de ação está focada na região da Península Antártica, Ilha Rei George, onde está instalada a Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz, na Baía do Almirantado, a qual é considerada uma Área Antártica Especialmente Gerenciada no Sistema do Tratado Antártico e sobre a qual, atualmente, o Brasil tem responsabilidade de gestão.

As atividades desenvolvidas por este Instituto contribuirão para os interesses e objetivos do Ministério do Meio Ambiente. Os conhecimentos gerados por meio das pesquisas ambientais a serem desenvolvidas pelo Instituto contribuirão para a formulação de políticas públicas visando a proteção do meio ambiente, compromisso assumido pelo Brasil ao ratificar o Protocolo de Madri.

A região da Península Antártica, área de atuação do INCT-APA, é a mais sensível do planeta às variações climáticas. Suas peculiaridades permitem que se detecte, precocemente, a resposta do ambiente às mudanças globais. Registros meteorológicos indicam um rápido aumento na temperatura atmosférica local ao longo dos últimos 50 anos - quatro vezes maior que a média mundial. Nesse período, esta região perdeu 7% de sua cobertura de gelo. Na verdade, as maiores perdas de gelo já observadas no planeta ocorreram nos últimos oito anos a apenas 350 quilômetros da Ilha Rei George com destruição de mais de 7000 quilômetros quadrados. Esta região é também uma das regiões da Antártica mais sujeitas a impactos por atividades humanas, com uma concentração grande de estações e intensa atividade de turismo.

de Pesquisas Ambientais

- APA



O INCT Antártico de Pesquisas Ambientais vai investigar, por meio de uma rede multi e transdisciplinar vários aspectos do ambiente atmosférico, terrestre e marinho na Antártica.

O **objetivo geral** deste estudo é tentar compreender, de forma integrada, e no longo prazo, as mudanças ambientais percebidas na Antártica, em relação, principalmente, ao papel da Antártica nas mudanças globais e também no que diz respeito às fragilidades e susceptibilidades do meio ambiente antártico ao impacto das mudanças globais e das atividades humanas.

Os **objetivos específicos** são desvendar:

- os processos que ocorrem na Antártica, suas variações e tendências e o papel daquela região como controladora das condições ambientais na América do Sul;
- o estado em que se encontra aquele meio ambiente, suas variações naturais, e as mudanças que ele vem sofrendo, naturais ou causadas pelas atividades humanas, direta ou indiretamente; além de buscar compreender tendências e prever mudanças futuras; e
- a abrangência da interferência humana na área onde está localizada a estação científica brasileira na Antártica; procurando definir ações para mitigar e minimizar os impactos gerados.

Os resultados gerados a partir destes estudos serão classificados principalmente como:

- 1. Indicadores do Estado do Meio Ambiente.** As alterações naturais ou antrópicas observadas por meio de indicadores que demonstram alteração do estado do meio ambiente serão utilizadas para tentar caracterizar o estado atual, compreender tendências, prever mudanças futuras, e elaborar cenários sobre a resposta daquela região às mudanças ambientais vigentes.
- 2. Indicadores Operacionais.** As alterações antrópicas observadas, por meio de indicadores operacionais, serão utilizadas como instrumento de gestão. A partir desses resultados será elaborado um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) para a Estação Antártica Comandante Ferraz, visando minimizar os impactos ambientais gerados pelas atividades do Brasil na Antártica, ao otimizar as instalações brasileiras na Antártica, desenvolver e implementar tecnologias menos impactantes, mitigar impactos já observados e, assim, harmonizar o atendimento de nossas necessidades com a preservação do ambiente no entorno. O SGA deve abranger as seguintes fases: diagnóstico, planejamento, tomada de decisão, implementação, acompanhamento e avaliação permanente do ambiente Antártico.

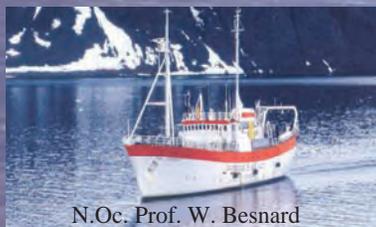
Divulgando resultados. Além da divulgação dos resultados em livros e em revistas científicas, uma das preocupações do INCT-APA é a disseminação dos conhecimentos gerados, de forma ampla e em linguagem adequada, para a sociedade brasileira. Procura-se, assim, introduzir no cotidiano cultural e sócio-econômico brasileiro temas que sensibilizam, despertam interesse e traduzem a relevância da Antártica para o planeta e, em especial, para a América do Sul e para o Brasil. O Instituto contempla diversas ações no sentido de divulgar e disseminar o conhecimento gerado por esses estudos e de promover a inserção do tema “Antártica e Ambiente Global” nas diferentes esferas da educação.

O BRASIL NA ANTÁRTICA

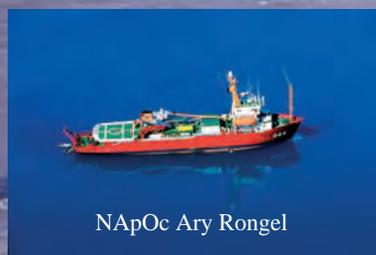
Em 1975, o Brasil aderiu ao Tratado da Antártica e sete anos depois realizou sua primeira expedição ao Continente Austral. Em 1983, o Brasil foi, então, elevado à categoria de Parte Consultiva do Tratado. Passou a ser membro pleno, com direito a voz e voto, e a fazer parte do seleto grupo de 28 países que decidem sobre o futuro do continente gelado.



NApOc Barão de Teffé



N.Oc. Prof. W. Besnard



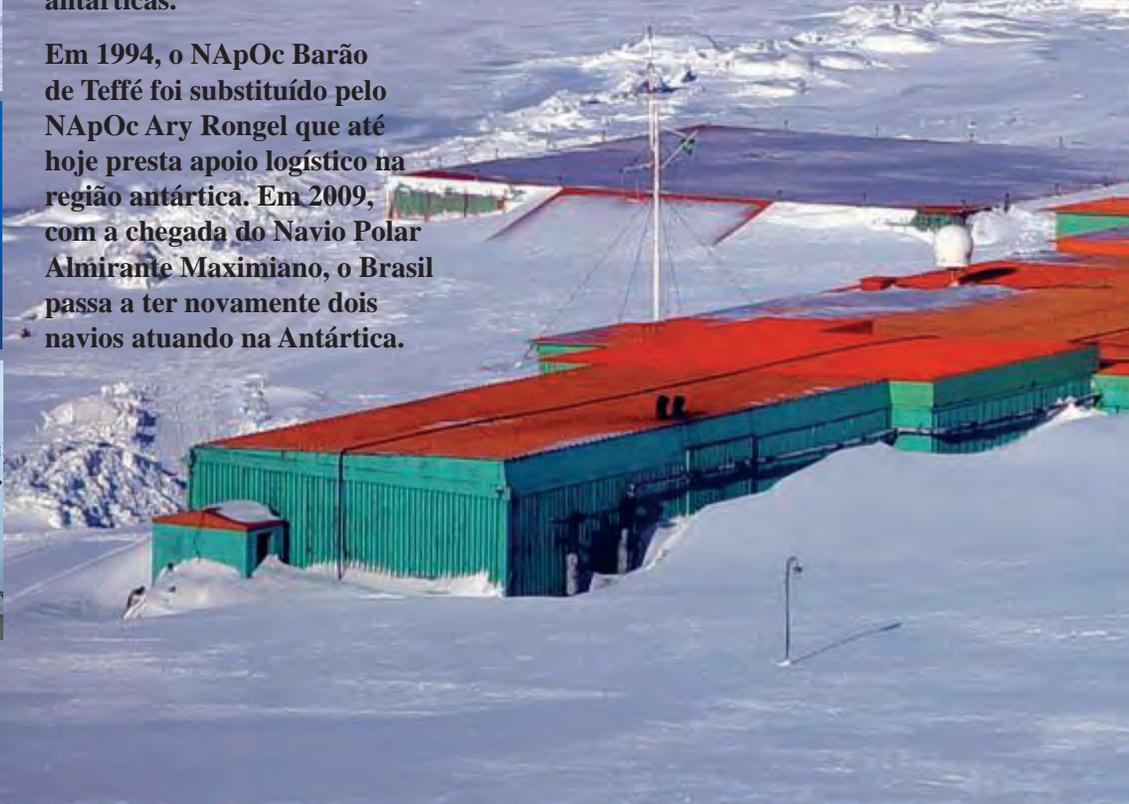
NApOc Ary Rongel



NPo Almirante Maximiano

Na primeira expedição antártica participaram dois navios brasileiros: o Navio de Apoio Oceanográfico Barão de Teffé, que realizou 13 comissões antárticas, e o Navio Oceanográfico Prof. Besnard, da USP, que realizou substancial pesquisa oceanográfica naquela região e participou de 5 comissões antárticas.

Em 1994, o NApOc Barão de Teffé foi substituído pelo NApOc Ary Rongel que até hoje presta apoio logístico na região antártica. Em 2009, com a chegada do Navio Polar Almirante Maximiano, o Brasil passa a ter novamente dois navios atuando na Antártica.





A Estação Antártica Comandante Ferraz é composta por 64 módulos, entre alojamentos, laboratórios, oficinas, sala de estar, enfermaria, cozinha, biblioteca, paióis, sala de comunicações, sala de vídeo, um ginásio de esportes e um heliponto, perfazendo uma área de aproximadamente 2250m² de área construída. A EACF possui instalações capazes de abrigar 52 pessoas, e 13 laboratórios destinados às ciências biológicas, atmosféricas e químicas.

O Programa Antártico Brasileiro – PROANTAR é gerido por uma parceria entre ministérios e uma agência de fomento. Efetivamente, participam do PROANTAR os ministérios das Relações Exteriores, da Defesa (Marinha e Aeronáutica), da Ciência e Tecnologia, do Meio Ambiente, das Minas e Energia, e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

O Ministério das Relações Exteriores, órgão responsável pela Política Nacional para os Assuntos Antárticos, conduz a atuação internacional do Brasil no âmbito do Tratado da Antártica.

O Ministério da Defesa atua no Programa por intermédio dos Comandos da Marinha e da Aeronáutica. A Marinha do Brasil sedia a Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SeCIRM), que gerencia o PROANTAR, planeja as Operações Antárticas e financia o segmento logístico do Programa, mantendo a Estação Ferraz, refúgios e acampamentos, além da Estação de Apoio Antártico, na Fundação Universidade do Rio Grande. A Aeronáutica realiza, com aeronaves C-130, os vôos de apoio à Antártica.

O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) ocupa-se da definição da política científica, buscando, sempre que possível e conveniente, alinhar a pesquisa brasileira às diretrizes do Comitê Científico sobre Pesquisas Antárticas (SCAR), que define os grandes projetos internacionais da ciência Antártica. Ao CNPq, cabe o financiamento e a coordenação da execução das pesquisas, realizadas por universidades e outras instituições, além da formação de pesquisadores com conhecimento sobre a Antártica.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) procura garantir que as atividades brasileiras desenvolvidas na Antártica cumpram com as regras internacionais com vistas a minimizar o impacto da presença humana em solo antártico.

O Ministério das Minas e Energia fornece, por intermédio da Petrobras, combustíveis especialmente desenvolvidos para regiões geladas, essenciais ao abastecimento dos motores-geradores da Estação, à propulsão do navio polar e outras embarcações, dos helicópteros, dos veículos terrestres e do avião da FAB.



Alguns Resultados da

Túnel das Frentes Frias. O contraste entre a temperatura bastante fria dos pólos e as altas temperaturas das regiões tropicais faz com 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 de 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.

Cientistas brasileiros têm se dedicado a estudar as correntes de jato e a investigar 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 observacional e de modelagem numérica, na expectativa de prever as mudanças nas trajetórias das frentes frias.

Resultados obtidos neste 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.

Clima. A coleta de dados meteorológicos antárticos permite a realização de previsões meteorológicas mais confiáveis e com maior antecedência. Além do que, as variações climáticas no Brasil só serão adequadamente entendidas e previstas se os modelos de circulação geral da atmosfera integrarem a América do Sul, a Antártica e os oceanos adjacentes.

Estudos brasileiros na Antártica têm demonstrado que existe uma relação entre as massas de ar provenientes da Antártica com ondas de frio e calor, geadas e estiagens no sul do Brasil, com repercussões nos recursos hídricos, na indústria, no comércio e na agricultura, inclusive com necessidade de uma revisão do calendário agrícola.

Monitoramento Climático. Uma equipe de meteorologistas brasileiros está realizando medidas e monitorando o clima nesta região 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.

Nos últimos anos, em um trabalho coordenado com outros grupos de pesquisa brasileiros, a

Pesquisa Antártica Brasileira

equipe de meteorologia alcançou realizações científicas inéditas na literatura. Dentre essas 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 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.

No sentido sul-norte, a pesquisa climatológica explica também 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. 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 regionais, 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”.

Interação Sol-Terra. O estudo da dinâmica do sistema Sol-Terra tem recebido um interesse especial tanto no aspecto puramente científico como nas aplicações práticas. Apesar dos efeitos do Sol na vida terrestre serem evidentes, ainda não se tem uma definição detalhada dessa interação. Sabe-se que a energia liberada pelo Sol não é constante e causa variações no clima terrestre, na meteorologia global e no meio ambiente. Estudos recentes mostram que a radiação solar altera as propriedades físico-químicas da atmosfera, e influencia o regime de ventos e a quantidade de radiação ultravioleta (UV) que atinge a superfície da Terra, bem como na cobertura de nuvens e precipitação.



Alguns Resultados da

A ionosfera (região que se estende de 75 a 1.000 quilômetros de altitude) é uma região onde há uma densidade razoável de partículas carregadas (íons e elétrons livres) capazes de afetar a propagação de ondas de rádio. Os regimes do clima geoespacial influenciam fortemente o comportamento da ionosfera terrestre. Como é justamente pela ionosfera que passam uma série de ondas de rádio de alta frequência (das ondas dos satélites GPS, de defesa e telecomunicações até as ondas de comunicação como as sondas espaciais) e são refletidas outras de frequências mais baixas (como as ondas de rádio difusão e as ondas de frequência muito baixa, VLF) o estudo da ionosfera terrestre é especialmente importante para a sociedade tecnológica moderna.

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

Os resultados obtidos pelo projeto GEOESPAÇO integrado aos resultados de outros projetos também realizados na EACF auxiliam numa melhor caracterização das condições físico-químicas e biológicas na Antártica. A importância desses resultados gerou o conceito de uma rede de receptores VLF instalada em todo o continente sul-americano e na região antártica no Ano Heliofísico Internacional de 2007. A rede permite 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 quilômetros. 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 dos cinturões de radiação para a alta atmosfera terrestre ocorrem com maior intensidade durante as tempestades geomagnéticas, o que sugere que o principal agente controlador da população de partículas dos cinturões de radiação são as ondas geradas especialmente durante o impacto do vento solar de alta velocidade na magnetosfera terrestre (região dentro da qual está contido o campo geomagnético).

Buraco de Ozônio. Desde 1986, cientistas brasileiros 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. O grupo tem direcionado o trabalho de monitoramento da camada e o conseqüente aumento da radiação ultravioleta à seguinte pergunta: “Qual é a conseqüência 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 interrelacionou seus estudos com os de outras áreas. A equipe focou sua pesquisa na identificação dos traços antropogênicos na variação

Pesquisa Antártica Brasileira

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.

Os estudos da variação da Camada de Ozônio com a altura 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 desses gases na região Antártica ainda é elevada 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 quilômetros quadrados. O tamanho recorde foi em 1998 com 26 milhões de quilômetros quadrados.

Na campanha de 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 do deslocamento do Buraco de Ozônio para o 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 quilômetros de altitude.

Medidas de dados climatológicos do solo até 30 quilômetros 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 uma diminuição muito grande da temperatura na estratosfera, no período de ocorrência do fenômeno. 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 elevado. Estes valores são registrados na primavera/verão no Brasil. Foi possível fazer um mapa mostrando a variação do índice da radiação ultravioleta da Antártica até o Equador.

Retração das Geleiras. Por ser parte integrante do sistema ambiental global, a região Antártica não só exporta sinais climáticos, afetando o clima global, mas também importa sinais climáticos

A reação do gelo antártico ao aquecimento global ainda não está clara. Devido a um rápido aquecimento regional, a periferia do continente, inclusive a península Antártica (área de atuação do Brasil), 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. Desde 1950, 86% das geleiras na Península Antártica têm sofrido sinais consideráveis de retração.

A Ilha Rei George, onde está localizada a Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz, perdeu 7% da cobertura de gelo nos últimos 5 anos. As maiores perdas de 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.



Alguns Resultados da

Mudanças importantes foram detectadas nos sistemas glaciais na região da Península Antártica nas últimas três décadas. Os fenômenos observados consistem na desintegração das plataformas de gelo, aceleração da velocidade de fluxo e conseqüente diminuição da espessura das geleiras, mudanças nos padrões de acumulação e ablação, retração das frentes das geleiras e variações nas zonas superficiais de neve e gelo. Apesar do tempo de resposta desses processos às mudanças climáticas permanecer incerto, é evidente a dependência das mudanças observadas em função de variações nos parâmetros climáticos nos últimos cinquenta anos na região da Península Antártica e na Ilha Rei George.

Segundo estudos realizados por pesquisadores brasileiros, o padrão de recuo mostrado pelas geleiras da Ilha Rei George na segunda metade do século XX reforça a hipótese de que o derretimento se deva ao aquecimento do clima. Em quatro décadas e meia, a velocidade da retração parece aumentar à medida que o aquecimento se torna mais evidente, sobretudo após os anos 70.

Os números ratificam esse raciocínio. Entre 1956 e 1979, desapareceram da Baía do Almirantado 4,3 quilômetros quadrados de massas de gelo. Praticamente, a mesma área de geleiras (4,9 quilômetros quadrados) esvaiu-se de 1979 a 1988, período que não chega à metade do anterior. Entre 1988 e 1995, em apenas oito anos, o ritmo se acentuou e sumiram mais 6,2 quilômetros quadrados de massa de gelo. Por fim, de 1995 a 2000, o último e mais recente período analisado, o tamanho do recuo foi o maior de toda a série histórica: 7,1 quilômetros quadrados. Toda essa retração pode ser causada por um aumento

de somente 1,08° C na temperatura média da Ilha Rei George, registrado entre 1947 e 1995. Esse aumento é o dobro do aumento médio na temperatura da Terra verificada ao longo dos últimos 100 anos, que foi de 0,6° C.

Interação Atmosfera-Gelo. 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.

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

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.

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 até o Continente Antártico; a detecção das emissões de chumbo 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

Pesquisa Antártica Brasileira

aplicações biotecnológicas ou servem como bio-traçadores de processos atmosféricos; uma alta associação entre a clorofila *a* no oceano e o aporte atmosférico de aerossóis enriquecidos com ferro, 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.

Oceanos. 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, preferencialmente, 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. Na 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.

O Grupo de Oceanografia de Altas Latitudes (GOAL), formado por pesquisadores de diversas instituições brasileiras, que investigou o mar antártico e suas conexões com a região sul do Brasil, estudaram esses dois movimentos da água do Oceano Austral.

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 conseqüências na circulação de fundo dos oceanos e no clima do planeta.

Baleias. 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 por meio da fotoidentificação. 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.

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 (bióticos ou abióticos). Verificou-se uma correlação entre a densidade de baleias e a concentração de clorofila *a*, parâmetro indicador de produtividade primária. Ou seja, a presença das baleias está associada à fartura de alimento.



Alguns Resultados da

Aves. As aves, de modo geral, ocupam o topo da cadeia alimentar. Avaliar as flutuações e tendências das aves no processo interativo da Baía do Almirantado facilita a constatação da qualidade ambiental.

Um monitoramento de longo prazo de aves tem sido conduzido na Baía do Almirantado por pesquisadores americanos, poloneses e brasileiros. O estudo de pingüins realizado na área, continuamente nos últimos 30 anos, é o mais longo já feito na Antártica. Essas pesquisas têm indicado mudanças significativas. O número de algumas espécies de pingüim tem reduzido drasticamente. A população de *Pygoscelis papua* diminuiu cerca de 62% nos últimos 30 anos. Redução que tem sido associada à retração das plataformas de gelo e à diminuição na disponibilidade de alimento.

O censo e o mapeamento das populações de aves da região, realizado por pesquisadores brasileiros, têm demonstrado que algumas espécies de aves generalistas, como skuas, têm aumentado suas populações, ao passo que algumas especialistas, como pingüins, estão reduzindo. Isto indica que estão ocorrendo alterações no hábitat destas espécies, entretanto os fatores que estão provocando tais alterações não são ainda claramente conhecidos, são fatos que acentuam a necessidade de monitoramento constante dessas populações.

Outros resultados recentes têm demonstrado ainda que ocorreu uma redução significativa em algumas populações como as de *Sterna vittata* (trinta-réis-antártico), *Macronectes giganteus* (petrel-gigante) e pingüins na Baía do Almirantado. Este fato pode estar relacionado com a presença humana, o que

precisa ser confirmado com monitoramento dessas populações, buscando medidas para a redução do impacto ambiental para a preservação das populações ainda existentes.

Flora. Poucas plantas são capazes de viver expostas às condições climáticas da Antártica e suas grandes variações de temperatura, fortes ventos, nevascas e pouca disponibilidade de água. Estudos recentes, realizados por pesquisadores brasileiros, sobre as comunidades vegetais de áreas de degelo da Antártica têm demonstrado serem essas plantas ótimas indicadoras de mudança ambiental, seja ela positiva ou negativa para essas comunidades. O aquecimento observado na periferia da Antártica tem levado à retração das geleiras, e conseqüentemente ao aumento das áreas de degelo e da cobertura vegetal. Na Baía do Almirantado, a extensão das áreas livres de gelo triplicou nos últimos 20 anos, criando condições para ocupação e sucessão. Por outro lado, a ocupação antrópica provoca impacto negativo uma vez que cada edificação implica na imediata destruição de comunidades vegetais e de áreas livres de gelo propícias para seu estabelecimento.

O primeiro impacto visivelmente observado na Baía do Almirantado foi a destruição da vegetação local em decorrência da construção e uso das edificações para a instalação das bases e estações científicas. Assim, comunidades vegetais aparentemente em estágio decadente foram observadas nas proximidades das estações na península Keller (Ferraz), ponta Crepin (Machu Picchu, estação peruana) e ponta Thomas (Henryk Arctowski, estação polonesa) devido às constantes atividades ao redor dessas estações. A maior diversidade de comunidades vegetais mais

Pesquisa Antártica Brasileira

preservadas foi encontrada em ponta Ullman, na enseada Martel.

A biodiversidade e a composição florística das comunidades vegetais da região foram estudadas total ou parcialmente, possibilitando dessa forma sua utilização como indicadores de impacto ambiental.

É importante a elaboração de mapas com a distribuição das comunidades vegetais e animais em áreas de degelo das ilhas do Arquipélago das Shetland do Sul, especialmente para futuros trabalhos de avaliação de impacto ambiental oriundos principalmente da ação antrópica, uma vez que a região tem recebido número cada vez maior de visitantes com finalidades científicas, mas principalmente para turismo.

A importância biológica de certos locais como, por exemplo, a Baía do Almirantado, já foram reconhecidos, faltando investigar dados atuais em comparação aos dados de épocas passadas, para fins de avaliação de impacto ambiental e para acompanhamento de alterações futuras.

Estado do Meio Ambiente

A presença do homem, a existência de uma estação científica, de refúgios e acampamentos, a presença de navios e suas aeronaves, os vôos de reabastecimento da estação, tudo isso tão necessário ao desenvolvimento de pesquisas e para firmar o interesse das nações na Antártica, são fatores que causam impacto ambiental.

Nos últimos anos, o Brasil realizou um estudo do estado do meio ambiente da Baía do Almirantado.

Esse estudo abrangente das condições ambientais dessa região tem permitido uma avaliação plena do impacto de atividades humanas gerado pelos cientistas, turistas e pessoal de apoio das estações, bem como dos impactos decorrentes de operações logísticas atuais e passadas. O diagnóstico ambiental e o estudo multidisciplinar comparativo permitiram a proposição preliminar de indicadores de qualidade ambiental, visando o estabelecimento de um programa de monitoramento para a região em estudo.

Ambiente Terrestre. O levantamento de dados pretéritos e atuais disponíveis na Área Antártica Especialmente Gerenciada (AAEG) da Baía do Almirantado forneceu um panorama das condições ambientais deste ecossistema antártico.

O primeiro impacto visivelmente observado na Baía do Almirantado foi a destruição da vegetação local em decorrência da construção e uso das edificações para a instalação das bases e estações científicas.

Com relação às aves da região, observou-se, nos últimos 20 anos, um decréscimo de 7% na nidificação das espécies nas áreas de degelo da Baía do Almirantado. A redução foi observada principalmente em aves mais sensíveis à presença humana, como o petrel-gigante (*Macronectes giganteus*), espécie que, em algumas áreas, foi dizimada. Por outro lado, aves oportunistas e predadoras como as skuas e gaivotões aumentaram visivelmente suas populações e áreas de reprodução na Baía do Almirantado.

Quanto aos solos e edificações na parte terrestre da AAEG, o estudo deu ênfase à península Keller onde está instalada a estação brasileira



Alguns Resultados da

(EACF). Os solos das proximidades da EACF caracterizam-se pelo baixo grau de intemperismo, porém estão sujeitos à contaminação por óleo, principalmente ao redor dos tanques de combustíveis. A presença de bactérias degradadoras de hidrocarbonetos aromáticos nos solos das áreas influenciadas por combustíveis poderá ser uma alternativa para a biorremediação do local.

As constantes atividades na região geram resíduos como plásticos, metal, papel e vidro. Entretanto, a coleta seletiva desses materiais, bem como o retorno ao Brasil do lixo gerado na EACF, contribui para minimizar o impacto desses resíduos no ambiente. Por outro lado, a liberação de partículas, seja pelo desgaste natural ou pelo processo de manutenção de superfícies metálicas é a principal fonte de resíduo liberado no ambiente.

O impacto acústico gerado pelos motores e outros equipamentos utilizados na EACF parece afetar principalmente os usuários, se comparados com o efeito na fauna local. Por outro lado, operações com helicópteros e uso constante de motos causam evidente estresse nas aves e pinípedes da região.

Para otimizar e minimizar o impacto causado pelas atividades humanas ao redor da EACF, foi elaborado o Zoneamento Ambiental de Uso, levando-se em conta as áreas de nidificação, cobertura vegetal, contribuição hídrica, as áreas de uso intensivo e as áreas passíveis de recuperação.

Concomitante ao Zoneamento Ambiental de Uso, o planejamento das trilhas na península Keller a partir da leitura ambiental e a elaboração do plano diretor da EACF surgem como um instrumento

de gestão ambiental, objetivando, ainda, auxiliar no direcionamento dos recursos de investimento e manutenção, visando o crescimento ordenado das atividades na região.

Em conclusão, no ambiente terrestre, identificou-se um impacto local concentrado nas áreas de uso intensivo das estações de pesquisa da Baía do Almirantado, com perceptível interferência na diversidade e abundância da fauna e flora da região. É importante lembrar que processos naturais como congelamento e degelo são também agentes significativos nas mudanças ambientais desse sistema.

Ambiente Marinho. O estado atual da Baía do Almirantado também pode ser avaliado por meio dos processos que atuam na coluna d'água, biota e sedimentos marinhos. Essa região é considerada uma área rica em nutrientes e pobre em clorofila, indicando baixas densidades de fitoplâncton. Dados obtidos indicam uma alternância de comunidades, possivelmente devido à extensa camada de gelo e descongelamento entre início e final de verão e o efeito do hidrodinamismo local.

As maiores fontes potenciais de contaminação crônica são possíveis emissões de subprodutos de queima de combustíveis fósseis para a atmosfera, afetando o ambiente marinho, e o lançamento de esgotos das estações de pesquisa.

Os estudos de sistema carbonato marinho mostram que não há sinais de contaminação na água do mar da Baía do Almirantado, mas sinais de contaminação atmosférica devido à queima de combustíveis fósseis nas proximidades de Ferraz. Por outro lado, os fluxos líquidos do CO₂ na interface mar-atmosfera indicam que a superfície

Pesquisa Antártica Brasileira

marinha da Baía do Almirantado é fonte de CO₂ para a atmosfera e estudos podem contribuir para o refinamento dos cálculos de balanço do ciclo global do carbono, no qual a influência de áreas costeiras passa a ser considerada.

Tanto no sistema pelágico quanto no bentônico, também foram observadas concentrações levemente superiores de hidrocarbonetos alifáticos (AHs) e policíclicos aromáticos (PAHs) nas proximidades das estações de pesquisa em consequência das crescentes atividades que utilizam combustíveis fósseis, do aumento da atividade humana e da descarga de esgotos.

O impacto do esgoto na Baía do Almirantado é pontual, restringindo-se às proximidades de Ferraz como observado por meio de indicadores químicos e microbiológicos. Entretanto, a extensão da sua influência pode ser observada até 200 metros na coluna d'água e 700 metros no sedimento em distância linear a partir da saída de esgoto.

A maior disponibilidade de matéria orgânica facilmente degradável, como é o caso dos esgotos sanitários, pode estimular a produção metanogênica, como foi observado na área próxima à Ferraz. Entretanto, esse efeito também pode ocorrer em áreas menos sujeitas à atividade antrópica, provavelmente em função da contribuição da matéria orgânica de origem animal.

Apesar do enriquecimento de metais nos sedimentos da Baía do Almirantado, a sua biodisponibilidade é baixa em função das condições redutoras do sedimento, sugerindo baixos riscos para a biota.

A Baía do Almirantado, incluindo a enseada Martel, é uma área propícia para o encalhe de blocos de gelo, que podem desestruturar a fauna bentônica (fauna de fundo), tornando o sedimento mais redutor e dando condições para o desenvolvimento da microbiota anaeróbia. Resultados analíticos de esteróis, hidrocarbonetos e compostos clorados, mesmo com valores considerados não elevados, potencialmente, podem contribuir para as atividades microbianas nos ciclos dos elementos químicos na Baía com possível redução total do carbono.

A densidade total da macrofauna, particularmente a bentônica, não apresentou grandes variações entre áreas passíveis de impacto antrópico e áreas estudadas como referência, exceto na área próxima do efluente de esgoto, em 20 metros de profundidade até uma distância entre 100-200 metros da linha da costa.

Os dados adquiridos por meio de bioensaios evidenciaram anormalidade nos eritrócitos de animais bentônicos (que vivem em contato com o fundo) quando submetidos à água oriunda do efluente de Ferraz e de pontos próximos aos tanques de óleo, tanto em experimentos *in vitro* quanto *in situ*. Mesmo assim, ainda não são detectáveis grandes alterações na fauna bentônica, indicando que o impacto oriundo das atividades humanas em Ferraz é de pequena magnitude e extensão no sistema bentônico.

A dispersão do efluente de esgoto na zona costeira rasa da enseada Martel é favorecida pelas condições locais de hidrodinamismo, especialmente pelos efeitos de maré. Assim, a contaminação na Baía do Almirantado é pontual e restringe-se às proximidades de Ferraz, especialmente na saída do esgoto.



Alguns Resultados da

Em conclusão, no ambiente marinho foi identificado um efeito local sobre a fauna bentônica nas proximidades de Ferraz, área de concentração dos estudos, porém com distribuição espacial pouco significativa. Nesse ambiente, processos naturais como o degelo, escavação por icebergs, formação de gelo nos fundos marinhos, ainda podem ser considerados agentes muito mais significativos nas mudanças ambientais da área do que os antrópicos.

Ambiente Atmosférico. Os estudos no ambiente atmosférico concentraram-se, principalmente, nas emissões locais de CO₂, ocorrência de poluentes orgânicos persistentes, transporte de aerossóis e no aporte atmosférico continental na Iha Rei George.

Os valores de fração molar obtidos para áreas sem interferência humana mostram a influência de processos externos, envolvendo a dinâmica das massas de ar que alcançam a Península Antártica. Desse modo, os valores obtidos são semelhantes aos de outras regiões do planeta. Comparando-se os resultados obtidos para Ferraz, verificou-se uma contaminação significativa na atmosfera devido, principalmente, à queima de combustíveis fósseis.

Os poluentes orgânicos persistentes (POPs) representam um grupo de poluentes semivoláteis, bioacumulativos, persistentes e tóxicos. Os POPs encontram-se disseminados por todo o planeta, sendo transportados por longas distâncias a partir do ponto de origem, inclusive para as regiões remotas como a Antártica. Incluem-se

nos POPs substâncias sintéticas pertencentes a diferentes grupos químicos, dentre eles os bifenilos policlorados (PCBs). As concentrações atmosféricas de PCBs nas proximidades da estação brasileira foram baixas e os valores mais altos foram associados com a passagem de sistemas frontais vindos da América do Sul.

Outras evidências do impacto humano sobre a atmosfera local foram observadas a partir da monitoração do “black carbon” (produto da queima incompleta de combustíveis de origem fóssil). Observaram-se maiores incrementos desse composto para os setores angulares onde estão posicionadas as estações científicas na ilha.

Em conclusão, apesar de poucos dados sobre o ambiente atmosférico, observa-se uma influência externa devida ao transporte atmosférico de longo alcance, bem como indícios de influência antrópica local. As principais fontes de emissões atmosféricas na Ilha Rei George são a queima do diesel de estações (através de geradores), refúgios, acampamentos e a presença de navios, aviões e helicópteros. Além dessas fontes, a queima de lixo orgânico e, eventualmente, inorgânico são práticas comuns na maioria das grandes estações.

Essa contaminação é dispersa pela área, o que pode ser observado nas medições cerca de 200 metros distantes da estação, onde essa influência já é menos significativa. No entanto, esses resultados sugerem a necessidade de medidas de controle de emissões para a atmosfera da Baía do Almirantado, particularmente nas estações de pesquisas.

Pesquisa Antártica Brasileira



A Antártica sempre foi considerada uma das poucas áreas do mundo protegidas da poluição. Entretanto, as atividades humanas, especialmente nas proximidades das estações de pesquisa, têm aumentado nas últimas décadas. Por mais que se tente reduzir o impacto da presença humana na Antártica, alguma alteração, mesmo que mínima, sempre ocorre. Felizmente, o nível de contaminação ainda é pequeno e pontual, quando comparado com outras regiões do Planeta.

O que se deve lembrar

É o termômetro da saúde do Planeta

É a memória climática da Terra

Ajuda-nos a compreender como a
Terra funciona

Conhecer melhor e monitorar o meio
ambiente antártico é fundamental

O Brasil tem contribuído na
construção deste conhecimento

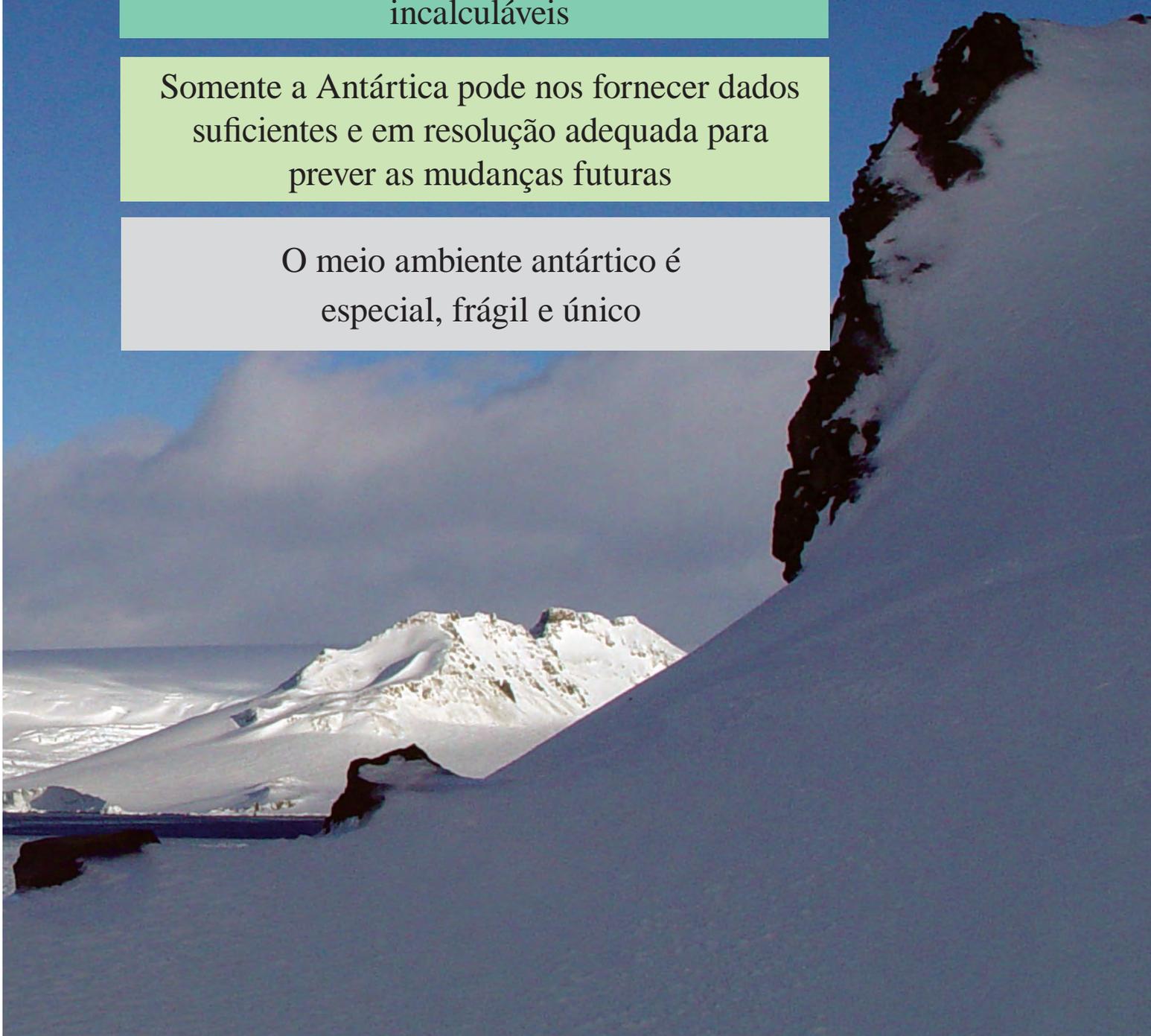
sobre a Antártica

80% da água doce do planeta está na Antártica

Detém recursos minerais e energéticos
incomputáveis

Somente a Antártica pode nos fornecer dados
suficientes e em resolução adequada para
prever as mudanças futuras

O meio ambiente antártico é
especial, frágil e único





Dr. Antônio Carlos Rocha-Campos

Universidade de São Paulo
Primeiro latino-americano a ser Presidente
do principal fórum internacional de pesquisa
antártica (Scientific Committee for Antarctic
Research – SCAR)



Dra. Edith Fanta (in memoriam)

Universidade Federal do Paraná
Presidente do Comitê Científico da Convenção
para a Conservação dos Recursos Vivos
Antárticos (CCAMLR)



Dra. Tânia A. S. Brito

Coordenadora Ambiental do PROANTAR
Ministério do Meio Ambiente
Vice-Presidente do Comitê de Proteção
Ambiental (CEP), principal corpo consultivo
das Reuniões das Partes Consultivas do
Tratado da Antártica (ATCM).



Dra. Lúcia Siqueira Campos

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Coordenadora Latino-americana do Censo
de Vida Marinha Antártica (CAML)



Dra. Neusa Paes Leme

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Coordenadora do Grupo Latino-americano
de Ozônio

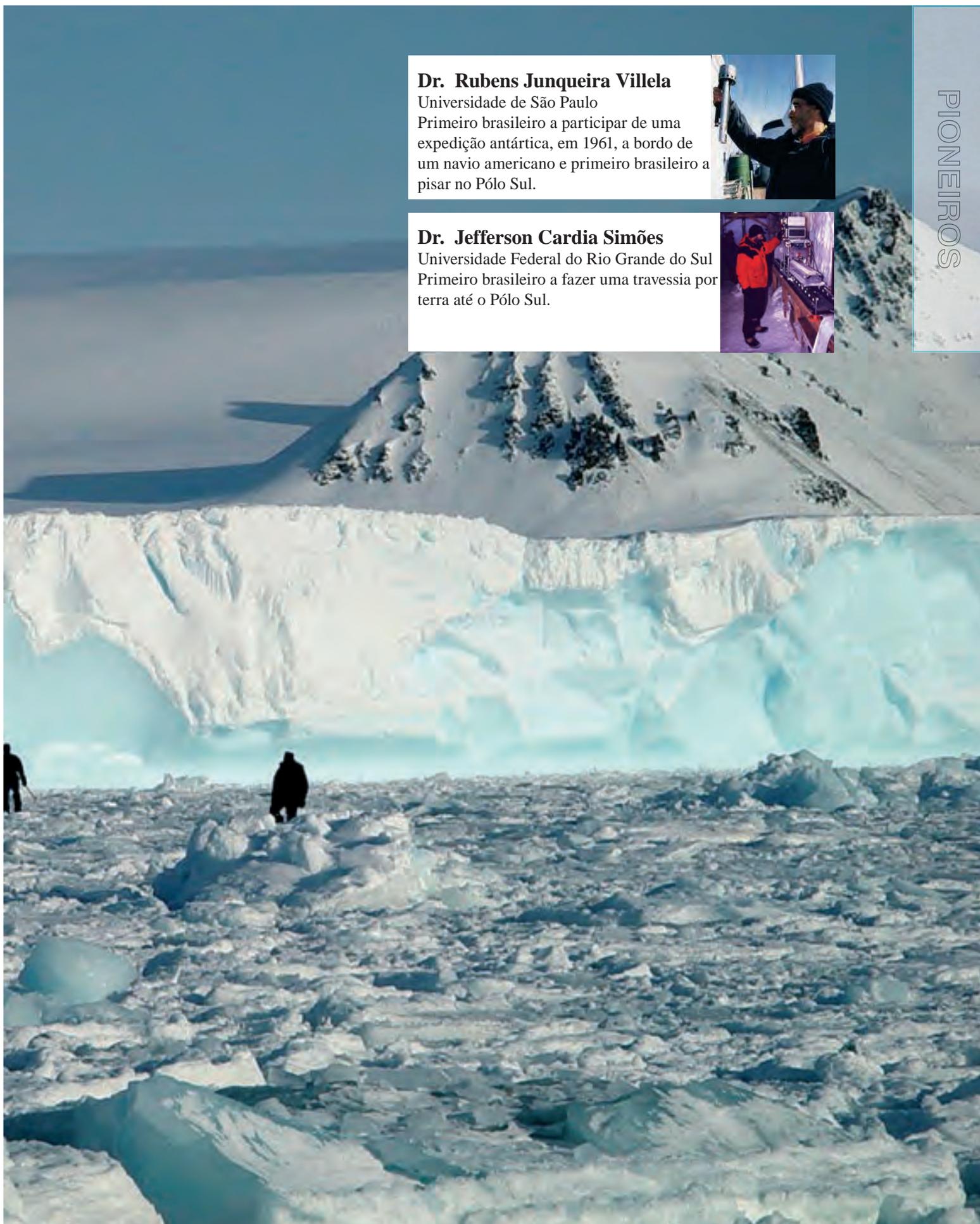
Dr. Rubens Junqueira Villela

Universidade de São Paulo

Primeiro brasileiro a participar de uma expedição antártica, em 1961, a bordo de um navio americano e primeiro brasileiro a pisar no Pólo Sul.

**Dr. Jefferson Cardia Simões**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Primeiro brasileiro a fazer uma travessia por terra até o Pólo Sul.



Conduta Consciente

A Antártica é a menos conhecida de todas as regiões do planeta, e abriga as superfícies menos alteradas pela ação do homem. No entanto, as características únicas desse ambiente o tornam extremamente vulnerável aos impactos decorrentes das atividades humanas.

Você é um dos poucos habitantes do planeta Terra com o privilégio de participar de uma Operação Antártica. Mas esse privilégio vem acompanhado da responsabilidade de reduzir ao mínimo o impacto da presença humana no ambiente antártico.

Os princípios a seguir devem embasar a conduta de todo participante de uma Operação Antártica, independentemente da atividade e do tempo de permanência na região do Tratado da Antártica.

1. Planejamento é fundamental

- **Antes de sair para qualquer atividade externa, informe no quadro de aviso da estação sobre a atividade a ser realizada.** Tome conhecimento prévio dos regulamentos e restrições existentes.
- **Informe-se sobre as condições climáticas locais** e consulte a previsão do tempo antes de qualquer atividade externa no ambiente antártico.
- **Informe-se com antecedência da localização de áreas especialmente protegidas,** e os regulamentos pertinentes. Informe-se sobre a localização de áreas onde estão sendo conduzidas pesquisas científicas.
- **Certifique-se de que você possui uma forma de acondicionar seu lixo,** para trazê-lo de volta.
- **Calcule o tempo total de duração da atividade externa,** e deixe na estação informações precisas sobre o trajeto escolhido.

2. Você é responsável por sua segurança

- **O salvamento no ambiente antártico é caro e complexo,** podendo levar dias e causar grandes danos ao ambiente. Portanto, em primeiro lugar, não se arrisque sem necessidade.
- **Mantenha uma distância segura dos animais,** tanto em terra como no mar.
- **Treine e relembre as técnicas básicas de segurança,** como navegação (como usar um mapa

e uma bússola) e primeiros socorros que você aprendeu no treinamento pré-antártico.

- **Tenha certeza de que você dispõe do equipamento apropriado** para cada situação. Acidentes e agressões à natureza, em grande parte, são causados por improvisações e uso inadequado de equipamentos. Em qualquer deslocamento leve sempre: agasalho, equipamento de comunicação, um estojo de primeiros socorros, alimento e água; mesmo em atividades com poucas horas de duração.
- **Não faça deslocamentos sobre o glaciário sem o necessário equipamento e experiência.** Solicite o auxílio do alpinista da estação.

3. Esteja atento durante deslocamentos e acampamentos

- **Nos deslocamentos a pé, mantenha-se nas trilhas e caminhos pré-estabelecidos** sempre que possível. Não use atalhos.
- **Nos deslocamentos com veículos, utilize estritamente caminhos pré-estabelecidos.** Os danos causados ao solo e à vegetação decorrentes da utilização de veículos são muito maiores que aqueles causados pelos deslocamentos de pedestres. Coberturas de neve de menos de 50 cm não são espessas o suficiente para evitar danos ao solo e à vegetação.
- **Caso o deslocamento a pé fora de trilha seja absolutamente necessário,** escolha a rota que passe preferencialmente sobre superfícies resistentes, como rocha e neve espessa, evitando áreas com vegetação ou animais.
- **Acampando, evite áreas frágeis** que levarão um longo tempo para se recuperar após o impacto. Acampe somente em locais pré-estabelecidos, quando existirem. Bons locais de acampamento são encontrados, não construídos. Acampe apenas sobre superfícies resistentes, como rocha ou neve, e longe de colônia de animais e campos de vegetação.

4. Traga de volta todos os resíduos produzidos

- **Ao percorrer uma trilha, ou sair de uma área de acampamento,** certifique-se de que elas permaneçam como se ninguém houvesse passado por

no Ambiente Antártico

ali. Remova todas as evidências de sua passagem.

- **Armazene o lixo de forma seletiva**, em recipientes separados para cada categoria de resíduo.
- **Utilize as instalações sanitárias que existirem.** Todo acampamento deverá possuir instalações sanitárias portáteis. Fezes humanas e restos de comida deverão ser armazenados em recipientes apropriados e levados de volta à estação.
- **Isopor, fertilizantes e pesticidas** não podem ser utilizados e nem levados na bagagem pessoal. O uso de PVC também deve ser minimizado, principalmente as embalagens.

5. Deixe cada coisa em seu lugar

- **Não construa qualquer tipo de estrutura sem autorização prévia.** Toda estrutura construída na área do Tratado Antártico necessita passar por um processo prévio de avaliação ambiental.
- **Resista à tentação de levar “lembranças” para casa.** Deixe pedras, artefatos, ossos, conchas, fósseis em seu local original.
- **Não pinte ou grave nomes e inscrições** em instalações humanas, rochas ou qualquer outro lugar.
- **Tire apenas fotografias, deixe apenas pegadas,** e leve para casa apenas suas memórias.

6. Tome extremo cuidado com o fogo

- **O fogo é um grande risco no ambiente**

antártico, devido à extrema secura do ar.

- **Respeite as restrições quanto ao fumo**, em especial nas cercanias das instalações.
- **Para cozinhar nos acampamentos, utilize um fogareiro** próprio para acampamento. Os fogareiros modernos são leves e fáceis de usar.
- **Mesmo em situações de emergência**, evite a queima de madeira e outros sólidos combustíveis. Prepare-se para as emergências levando sempre com você o equipamento apropriado.

7. Respeite a fauna e flora

- **Não dê alimento de nenhuma espécie aos animais.** Alimentos humanos podem interferir na dieta alimentar, no sucesso reprodutivo e até mesmo na sobrevivência dos animais antárticos.
- **Não traga plantas ou animais que não sejam nativos para a antártica.** A introdução de espécies exóticas pode causar sérios danos à fauna e à flora local, como a propagação de enfermidades para as quais as espécies nativas não possuem defesa.
- **Observe os animais à distância.** Não moleste, afugente ou persiga os animais. A aproximação humana pode estressar os animais e causar problemas reprodutivos. **Mantenha a distância** correta em cada situação. Aproxime-se dos animais contra o vento, mantenha-se abaixado e movimente-se lentamente. Esteja sempre atento: se um animal parecer perturbado, afaste-se!

As distâncias listadas ao lado são recomendações gerais, pois cada animal vai reagir diferentemente.

Eles podem até se aproximar de você!

Animais	Pedestre	Quadríciclo	Trator	Helicóptero 1 turbina	Helicóptero 2 turbinas
Elefantes marinhos	10	100	100	500	1000
Focas de Weddell	5	100	100	500	500
Focas de Weddell em reprodução	10	200	200	500	1000
Focas de Weddell com filhotes	10	200	200	1000	1000
Pinguins de Adélia	5	100	100	500	1000
Pinguins de Adélia em reprodução	10	200	200	500	1000
Pinguins Imperador	5	100	100	500	1000
Pinguins Imperador em reprodução	10	500	500	500	1000
Pinguim Imperador com filhote grande	10	200	200	500	1000
Pinguim Imperador com ovos e filhotes pequenos	30	200	200	1000	1000
Filhotes de Pinguim Imperador se aquecendo em grupo na primavera	30	200	200	1000	1000
Pinguim imperador se aquecendo em grupo no inverno	60	500	500	1000	1000
Petrels gigantes	30	200	200	1000	1000
Petrels nidificando	50	200	200	500	1000
Petrels gigantes em reprodução	100	500	500	1000	1000

Distâncias em metros

As informações contidas neste livro foram compiladas dos seguintes livros e documentos :

Programa Antártico Brasileiro. Uma publicação do Programa Antártico Brasileiro, 2004. 19 pp.

Daher, E. (ed.). A Antártica. 2006. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). 50 pp. Não publicado.

Daher, E. (ed.) & Brito, T.A.S (coord.). 2007. O Brasil e o Meio Ambiente Antártico, Ministério do Meio Ambiente – Brasília. 140 pp.

Machado, M.C & Brito, T. A.S. (coord.). 2006. Antártica: ensino fundamental e ensino médio, Coleção Explorando o Ensino, v. 9. Brasília, Ministério da Educação. 172 pp.

Documento Básico para uma Política de C&T da Antártica. Ministério da Ciência e Tecnologia. 2001. 45 pp.

Documento: Monitoramento do Clima e do Meio Ambiente Antártico. Ministério do Meio Ambiente. 2008. 86 pp.

O Krill conta: conservando a integridade do ecossistema antártico. The Antarctic and Southern Ocean Coalition, Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra, ASOC, 2007. 25p. il.

Relatórios Finais das Redes de Pesquisa que compuseram o projeto ambiental induzido “Mudanças Ambientais na Antártica: impactos global e local”. 2006.

The International Polar Year Home page. www.ipy.org.





Edição de texto e imagem,
design gráfico e diagramação:
Tânia Brito

Revisão
Mariana de Sá Viana
Ângela Ester Magalhães Duarte

Fotos
Armando Hadano
Odair Freire
Tânia Brito
Toni Pires
Luciano Candisani
Luis Anelli
Jefferson Simões
Antônio Batista
Manuela Bassoi
Luciano Dalla Rosa
Eduardo Secchi
Zelfa Silva

Pintura da página 7
Rob Nicholls

Email: tania.brito@mma.gov.br



Ministério do
Meio Ambiente

