

MFN= 008646

01 SID/SCD

02 6324

03 INPE-6324-PRE/2412

04 CEA

05 MC

06 am

10 Hungria, Clemente S.

10 Haymussi, H.

10 Setzer, alberto Woingort

12 Previsao numerica e tempo presente no norte da Pninsula Antartica:  
uma comparacao para o verao 1993/94

14 455-466

18 Ciencias espaciais e da atmosfera na Antartica

38 Editores Rene A. Medrano\_B; Enio B. Pereira

40 Pt

41 Pt

42 <E>

52 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

53 Conferencia Latinoamericana sobre Ciencias Espaciais e Atmosfericas  
na Antartica (CLACEAA)

54 20-25 nov. <1994>

56 Serra Negra

57 BR

58 DSR

61 <CN>

62 Transtec Editorial

64 <1994>

66 Sao Jose dos campos

67 BR

68 PRE

83 This work presents preliminary results of a comparison between numerical weather forecasts (NWF) of pressure fields operationally prepared by the U.S. National Meteorological Center (NMC) and by the European Center for Medium Range Weather Forecast (ECMWF) for the northern Antarctic Peninsula region during December/93 and January-February/94 with actual weather conditions from Chilean Navy hand-drawn charts of weather analysis. Also used were images of polar orbiting meteorological satellites, and data from surface observations at the Brazilian Antarctic Station Comandante Ferraz (EACF). Geographical locations and trajectories of low pressure centers and cold fronts in the NWF products in the 12 to 120 hours forecast range were the parameters used in the comparative study, since they are important in planning outdoor activities in the Antarctic Peninsula region. The results showed that for the twenty-one cases studied, only in three of them the NWFs gave a useful forecast, even considering the 12h range. Reasons for this low performance of the NWFs are indicated, in particular the lack of data in the southern austral oceans

87 GELO ANTARTICO

90 b

91 FDB-20000104

92 FDB-MLR

*meteorológicas de órbita polar e dados de superfície da Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF). A localização geográfica e a trajetória de centros de baixa pressão e frentes frias em NWFs elaborados com 12 a 120 horas de antecedência foram os parâmetros utilizados nesta comparação, devido a sua importância para o planejamento de atividades externas na região da Península Antártica. Os resultados mostraram que, dos vinte e um casos estudados, apenas três NWFs forneceram previsões aproveitáveis, mesmo para o prazo de 12 horas. As razões para esse baixo desempenho são indicadas, particularmente a falta de dados da troposfera para a região sul dos oceanos austrais.*

## INTRODUÇÃO

As condições meteorológicas da região Norte da Península Antártica onde se localiza a área de estudo, são ocasionalmente muito severas (Astapenko, 1964; Schwerdtfeger, 1984; Setzer e Hungria, 1995), com ventos na superfície de até 160 km/h (Abreu et al., 1986). Temperaturas no verão próximas a zero graus Celsius com precipitação e ocorrência frequente de nevoeiros e céus nublados dificultam particularmente a previsão de tempo para atividades operacionais. Estas condições prejudicam e põem em risco a realização de atividades externas como trabalhos de campo e reparos de instalações, ou deslocamentos por terra, ar ou mar, tanto entre as diversas estações de pesquisa que ali existem, como para outras finalidades. Previsões meteorológicas confiáveis, mesmo que com antecedência mínima de 12 horas, são portanto altamente úteis.

No presente, existem alguns serviços de previsão oferecidos a usuários em estações antár-

ticas diversas, e a embarcações e aeronaves que transitam pela região. Os serviços meteorológicos das Marinhas Argentina e Chilena produzem e divulgam via radiofacímile cartas sinóticas plotadas manualmente para o Sul da América do Sul e Norte da Península Antártica, bem como prognósticos para 12 horas, baseados em observações de estações meteorológicas, observações de navios e imagens de satélites. Estas transmissões são feitas nas frequências de 18.091, 17.146, 7.543 e 5.302 kHz de Buenos Aires na Argentina, e de Santiago, Magalhães e Valparaíso no Chile (Villela, 1991; Setzer e Hungria, 1995). Eventualmente, o Centro Meteorológico Antártico Presidente Eduardo Frei, localizado na Ilha Rei George, gera prognósticos para a região via radiofacímile.

Além destes serviços, é possível receber prognósticos e análises em nível global gerados por modelos numéricos e elaborados pelo "U.S. National Meteorological Center" - NMC (NMC, 1988) e pelo "European Center for Me-

**PREVISÃO NUMÉRICA E TEMPO PRESENTE NO NORTE  
DA PENINSULA ANTÁRTICA: UMA COMPARAÇÃO PARA O  
VERÃO 1993/94**

**Hungria, C.S.<sup>1</sup> Haymussí, H.<sup>2</sup> Setzer, A.W.<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, C.P. 515  
12201-970 São José dos Campos-SP, Brasil  
Email: asetzer@itid.inpe.br**

**<sup>2</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de  
Tecnologia de Santa Catarina S.A., EPAGRI, C.P. 502  
88034-901 Florianópolis-SC, Brasil**

**ABSTRACT**

*This work presents preliminary results of a comparison between numerical weather forecasts (NWF) of pressure fields operationally prepared by the U.S. National Meteorological Center (NMC) and by the European Center for Medium Range Weather Forecast (ECMWF) for the northern Antarctic Peninsula region during December/93 and January-February/94 with actual weather conditions from Chilean Navy hand-drawn charts of weather analysis. Also used were images of polar orbiting meteorological satellites, and data from surface observations at the Brazilian Antarctic Station Comandante Ferraz (EACF). Geographical locations and trajectories of low pressure centers and cold fronts in the NWF products in the 12 to 120 hours forecast range were the parameters used in the comparative study, since they are important in planning outdoor activities in the Antarctic Peninsula region. The results showed that for the twenty-one cases studied, only in three of them the NWFs gave a useful forecast, even considering the 12h range. Reasons for this low performance of the NWFs are indicated, in particular the lack of data in the southern austral oceans.*

**RESUMO**

*Este trabalho apresenta resultados preliminares da comparação entre campos de pressão gerados através de modelos de previsão numérica de tempo (NWFs) elaborados pelo "U.S. National Meteorological Center" (NMC) e pelo "European Center for Medium Range Weather Forecast" (ECMWF) para o Norte da Península Antártica entre Dezembro/93 e Fevereiro/94 e as condições de tempo presente obtidas através de cartas sinóticas plotadas pela Marinha do Chile. Foram também utilizadas imagens de satélites*

diurn Range Weather Forecast" - ECMWF. Em termos operacionais, estes modelos proporcionam informação regular e de fácil acesso sobre as condições meteorológicas. Na Antártica, estes produtos só podem ser recebidos via fax através dos satélites geostacionários de comunicação Inmarsat nos poucos locais dentro de seu campo de visada, com menos de cerca de 62° de latitude sul.

Cabe ressaltar que a fonte básica de informações para a elaboração destes produtos para a região de interesse deste trabalho é limitada. Estações meteorológicas são praticamente inexistentes nos oceanos ao redor da Antártica, por onde circulam os sistemas sinóticos que afetam o norte da Península, e inexistem no sudeste do Oceano Pacífico, de onde provêm a maioria das frentes que afetam o Estreito Drake entre a América do Sul e a Península Antártica. Navios ocasionais na região são a única fonte de dados, mas apenas de superfície. Esta mesma deficiência já havia sido relatada por Astapenko (1960) quando realizou seus estudos observacionais na Antártica em 1958.

Na própria região da Península, a distribuição de estações é limitada: por exemplo, em uma área de algumas dezenas de km<sup>2</sup> na Ilha Rei George existem sete estações operacionais de superfície de diferentes países registradas oficialmente na OMM, enquanto que in-

xistem estações em regiões de milhares de km<sup>2</sup> na Península. Estações de radio-sondagem chegam a distar milhares de quilômetros entre si. Nestas circunstâncias, o uso de imagens dos satélites meteorológicos de órbita polar é essencial; a interpretação dos padrões de cobertura de nuvens nas imagens recebidas algumas vezes por dia fornece informações de centros de baixa e alta pressão não disponíveis por outros meios.

Alguns trabalhos utilizam dados gerados por estes modelos de NWF para a Antártica (Sinclair, 1994), sem no entanto considerar os fenômenos meteorológicos que realmente ocorreram na região, ou seja, sem validação de campo. O emprego de cartas sinóticas produzidas para a região (Jones e Simmonds, 1994) e de imagens de satélites (Carrasco e Bromwich, 1992), contribui para a qualidade das análises e prognósticos, mas a validação dos dados através de observações de campo é imprescindível para a avaliação do desempenho destes modelos.

Este trabalho combina o uso de cartas sinóticas, imagens de satélites e observações locais para avaliar, tanto espacial como temporalmente, prognósticos de modelos numéricos de previsão de tempo (NWFs) para a região norte da Península Antártica. Ele insere-se em um esforço atualmente em curso para validação de NWFs na Antártica, o "First Regional Obser-

ving Study of the Troposphere" - FROST (Phillpot, 1994).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Durante a Operação Antártica XII do Programa Antártico Nacional (PROANTAR), entre dezembro de 1993 e março de 1994, realizou-se o acompanhamento das condições meteorológicas na Estação Antártica Comandante Ferraz (Hungria e Setzer, 1995 a e b) localizada na Ilha Rei George, no arquipélago das Shetland do Sul, norte da Península Antártica (62° 05'S; 58°23,5'W). Todas observações meteorológicas convencionais foram feitas nos oito horários sinóticos diários.

Durante o período de estudo, foram feitas via radiofacímile duas recepções diárias de cartas sinóticas referentes aos horários 06:00 e 18:00 TMG, e de prognósticos de 12 horas plotadas pelo "Servicio Meteorológico de la Armada de Chile" em Valparaíso. Estas recepções foram feitas em 8.675 e 17.144 kHz através de receptor portátil comercial para uso em embarcações.

É importante considerar que o preparo destas cartas é manual, e que nelas, para a zona de interesse deste trabalho, são incluídas muitas informações obtidas da análise do padrão espaciais de nuvens em imagens de satélites. Como inexistem dados de altitude e os dados de superfície são escassos para a

região oceânica circumpolar, onde se deslocam inúmeros ciclones e ocorre ciclogênese, o uso de imagens de satélite acrescenta informações e permite análises essenciais no preparo das cartas sinóticas.

Foram realizadas na EACF durante o verão de 1993/94, recepções de imagens do sensor "Advanced Very High Resolution Radiometer" (AVHRR) dos satélites meteorológicos de órbita polar das séries NOAA e Meteor no modo "Automatic Picture Transmitter" (APT, frequência VHF) de baixa resolução, nas bandas 2 (0,7 a 1,1 mm) e 4 (10,3 a 11,3 mm).

A recepção de NWFs na EACF foi feita via Fax, enviados pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) e pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina (EPAGRI), com frequência aproximada de um conjunto por semana. Cada conjunto estava composto de campos de pressão atmosférica na superfície indicando a situação atual e previsões para 12, 24, 48, 72 e 120 horas. O relativo alto custo destas transmissões justificou o número de recepções abaixo da desejada.

## RESULTADOS

A tabela a seguir apresenta de maneira sucinta a comparação entre os modelos numéricos ("prog-

nósticos”), cartas sinóticas recebidas na EACF (“cartas chilenas”) e a situação meteorológica ocorrida.

Na coluna “prognósticos”, referências como “48 hs NMC para 12 hs”, indicam uma previsão numérica feita pelo NMC com 48 hs de antecedência para o horário das 12:00 TMG do dia em questão indicado na primeira coluna da tabela.

### DISCUSSÃO

De acordo com a tabela acima, dos 21 casos estudados, em apenas três os NWFs apresentaram resultados corretos, prevendo satisfatoriamente a ocorrência de eventos meteorológicos no norte da Península Antártica. Diferença significativa entre o horário previsto e o real de passagem de um centro de baixa pressão foi a limitação mais frequente dos prognósticos, embora também tenham sido observados outros problemas como trajetórias diferentes daquelas indicadas pelas cartas sinóticas e pelas imagens, e ainda, a falta de resolução dos NWFs para sistemas de baixa pressão de pequenas dimensões (< 400 km).

### EXEMPLO DE CASO ESTUDADO

A Figura 1 mostra o campo de pressão em 03/janeiro/1994 às

12:00h TMG elaborado com 120 horas (5 dias) de antecedência através do modelo numérico fornecido pelo ECMWF. O campo indicou que o norte da Península Antártica estaria com ~1000 mb de pressão, ao final da passagem de um centro de baixa pressão de intensidade moderada com 980 mb a 30°W, com ocorrência de ventos fracos devido ao baixo gradiente de pressão na região; em tais condições tipicamente existem boas possibilidades de alta nebulosidade, precipitação e baixa temperatura. Nesta situação a tendência futura teria sido de melhoria no tempo, com deslocamento do centro de baixa pressão para Leste e conseqüente influência das altas pressões localizadas no Estreito de Drake e Mar de Bellingshausen. A Figura 1 ainda mostra outro centro de baixa de grande intensidade (968 mb) em 130°W.

A imagem do satélite METEOR 2-21 no canal visível apresentada na Figura 2, e coletada em 03/Janeiro/93 às 11:00 TMG mostra uma frente fria no sentido meridional com alguns milhares de km, à oeste. Nota-se ainda que a Ilha Rei George encontra-se entre duas microbaixas, cada uma com cerca de 150 km de área de influência.

Figura 1 - Representação esquemática do prognóstico "NWF" recebido na EACF em 3 de janeiro de 1994.

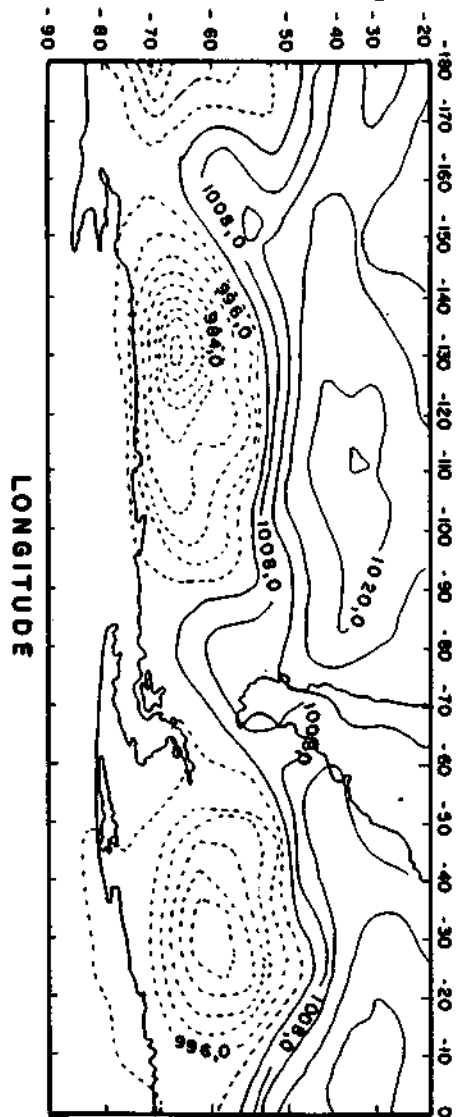




Figura 2 - Imagem do satélite METEOR 2-21 recebida na EACF no dia 3 de janeiro de 1994.



DIA	PROGRAMÁTICO	CARTAS CHILLENAS	OCORRÊNCIA	RESULTADO
24/12	48h NMC para 12h. Baixa com centro a W da Península. Frente em aproximação quase zonal.	12:00 Z - Mesma situação do prognóstico do NMC, só que na posição meridional.	A frente passou ao final da tarde rapidamente. Chuviscos e ventos de 14kt.	ERRADO
25/12	72h NMC para 12h. Mesma situação do dia anterior, só que na posição meridional.	18:00 Z - Baixa associada a uma frente 14 ultrapassada a Ilha Rei George e outra muito próxima.	Dia calmo e enojado.	ERRADO
01/01	72h ECMWF para 12h. Sem presença de frente. Tempo bom.	06:00 Z - Frente se aproximando da Ilha Rei George. Tempo bom.	Tempo bom, ventos moderados, nevoeiro, neve à tarde.	ERRADO
02/01	96h ECMWF para 12h. Alta de 996mb. Condições de tempo bom.	Tempo normal. Alta de 996mb. Condições de tempo bom.	Tempo bom.	CERTO
03/01	120h ECMWF para 12h. Alta pressão próxima a Península.	06:00 e 18:00 Z - Alta pressão sobre a Península.	Tempo normal. Alta pressão ao norte, sobre a Ilha Rei George.	ERRADO
08/01	24h NMC para 00h. Isobara de uma baixa com 986mb atingindo o Norte da Península. De 992 a 996mb no restante da Península.	06:00 Z - Isobara de 992mb atingindo o mesmo local. De 996 a 1004 no restante da Península.	Diferença smv/chuva(freij). Nublado a maior parte do dia. Nevoeiros e neve à noite.	ERRADO
09/01	48h NMC para 00h. Baixa com 996mb sobre toda a Península e sobre o Drake. 12h ECMWF para 72h. 996mb com configuração diferente do NMC.	06:00 Z - Centro da baixa muito a W da Península. Só a parte N entre 988 e 992mb. Do centro ao S, 986mb. A configuração da baixa difere dos prognósticos.	Chuviasco contínuo e também intermitente. Neve pela manhã.	ERRADO
10/01	72h NMC para 00h e 96h ECMWF para 12h. Sistema de baixa com frentes: Trijeterita sobre o Drake e outro sistema a W da Península. Melhor acfo sobre o Sul da América do Sul.	06:00 Z - O mesmo sistema citado nos prognósticos, só que agindo sobre a Península e Ilha Rei George. Outro sistema bem a E do estreito de Drake.	Chuviasco pela manhã e nevoeiro. Restante do dia encoberto.	ERRADO
11/01	96h NMC para 00h. O mesmo sistema encontrando-se bem a W do Drake e N da Península, ainda organizado. 120h ECMWF para 12h. Em dissolução a E do continente no Atlântico Sul.	06:00 Z - Um novo centro de baixa por toda a Península com excesso do N que ainda está sob influência do ciclone anterior.	Encoberto pela manhã com chuviasco. Neve no início da tarde com chuviasco novamente.	ERRADO
01/02	24h NMC e ECMWF para 12h. Duas baixas com frentes separadas pela Península.	18:00 Z - Grande sistema de baixa desde o centro da Argentina até a Antártica, bem a W do Pacífico e bem E no Atlântico. Este sistema é integrado por grande baixa com frente, localizada a E do Pacífico e por outras duas baixas com frentes, uma com centro a E da Península e outra acima do Drake.	Inatável com chuviasco e nevoeiros no início do dia, melhorando à tarde.	ERRADO
02/02	48h NMC para 12h. Uma das baixas avança bastante para E no Atlântico. A outra começa a penetrar na Península com duas frentes em formação.	06:00 Z - Baixa com centro sobre a Península e outra baixa sobre o Sul da América do Sul, ambas associadas à frentes e fazendo parte de um grande sistema de baixas, atingindo a América do Sul, Drake e Península.	Neve à tarde. Forte e pressseguido à noite. Quando os sistemas estão no Pacífico, o formato e disposição se aproximam mais da realidade se comparadas às cartas sinóticas chilenas.	ERRADO

462 Tabela 1 - Resumo comparativo de prognósticos numéricos de tempo com cartas sinóticas e condições ocorridas.

Tabela 1 - Continuação.

DATA	PROGNÓSTICOS	CARTAS CHILENAS	OCORRÊNCIA	RESUMIDO
03/2	12h NMC para 12h. Centro de baixa quase sobre o extremo Norte da Península, associado a duas frentes a partir do centro da baixa, uma em direção ao S da América do Sul e outra em direção à Antártica na posição entre vertical e oblíqua. Oclusão das frentes no extremo N da Península e i.R. George	06:00 Z - Sistema de baixa muito extenso composto por 7 centros menores desde a Antártica até o centro da Argentina e Chile, muito a W e E da Península. Uma baixa localizada muito a W da Península associada a uma frente.	Tempo normal. Muita neve acumulada.	ERRADO
05/2	48h ECMWF para 12h. Baixa de 970mb muito a W da Península, lecbara de 996mb no extremo N. Possibilidade de vento		Neve pela manhã, encoberto até o final da tarde, com muita neve. Ventos moderados a fortes a noite.	CERTO
06/2	72h ECMWF para 12h e 48h NMC para 00h. Baixa muito próxima da Península. Centro de 972mb. Outra baixa mais a W, formando um sistema maior no Pacífico.	06:00 Z - Centro da baixa acima da Ilha Rei George. Uma baixa com a extensão da Península, começando a penetrar pelo S. Outra baixa sobre o Pacífico, próxima ao S da Península. Outra baixa na costa S do Chile	Tempo bom.	ERRADO
07/2	72h NMC para 00h e 96h ECMWF para 12h. As duas baixas do prognóstico do dia anterior transformaram-se em um grande sistema de baixa com centro no Pacífico, muito a W da Península Antártica.	06:00 Z - Sistema de baixa com uma configuração parecida à do prognóstico ECMWF, embora o centro da baixa já esteja quase atingindo a Península.	Encoberto todo o dia, com chuvaico por volta de 15:00 Z. Vento moderado no final da tarde.	ERRADO
08/2	120h ECMWF para 12h. Formato do sistema semelhante à realidade, mas muito atenuado. Uma alta se aproximando da península, uma baixa já ultrapassando-a e nova baixa se aproximando	18:00 Z - Uma pequena alta sobre a Ilha Rei George. Duas baixas próximas a Península. Uma a E e outra a W. Uma outra baixa um pouco mais distante a W.	A alta não penetrou na i.R. George, que permaneceu sobre o domínio de baixas. Média de 986mb durante todo o dia. Período com céu encoberto e neve fraca entre 12:00 e 15:00 Z. Melhora do tempo no final da tarde.	ERRADO
12/2	48h NMC para 12h. Pequena alta domina a região. Em aproximação no Pacífico baixa com frentes associadas. 72h NMC para 12h. Baixa c/probabilidade de ventos fortes e frente associada em aproximação.	06:00 Z - Baixa com 967mb (média do dia) dominando a região. Condições de entrada de uma baixa. Possibilidade de ventos fortes.	Rajadas de ventos fortes no decorrer do dia	ERRADO
13/2	72h NMC para 12h. Baixa de centro com 960mb começando a atuar sobre a Península.	06:00 Z - Uma pequena alta agindo sobre a Península.	Dia todo com chuvaico. Temperatura alta, máx 4,3 C e mín 2,9 C. Alta de 992mb sobre a Ilha Rei George.	ERRADO
03/3	24h NMC para 12h. Alta sobre toda Península/i.R. George. Pres. 1004-1012mb. Frente em aproximação.	06:00 e 18:00 Z - Alta de 1008mb sobre o N Península/i.R. George.	Pressão em 1011mb. Tempo bom.	ERRADO
04/3	48h NMC para 12h. Ainda domínio da Alta (996-1004mb) na Península. Frente mais próxima. i.R. George. Frente mais próxima.	06:00 Z - Alta ainda na região (1009mb).	Amathecceu com chuva fina. Presença da frente com fraca intensidade. Pressão cai 10mb em 12h. Ventos.	ERRADO
05/3	12h NMC para 72h. Baixa sobre toda a Península. Condições de ventos fortes.	06:00 Z - Condições de ventos fortes para o dia	Ventos fortes ao amanhecer. Rajadas de 50kt. Encoberto, c/algum chuvaico e tem-peratura alta (3,8C). Pressão 992mb. Rajadas mais espessadas a tarde, ainda fortes.	CERTO

NMC Development Division Staff, Research Version of the Medium Range Forecast Model, NMC Documentation Series, 1, Washington DC 20233, 173 pp., 1988.

Phillpot, H., Frost report number 4, British Antarctic Survey, *Natural Environment Research Council*, 27 pp., May 1994.

Schwerdtfeger, W., *Weather and Climate of the Antarctic*, Elsevier, New York, 261 pp., 1984.

Setzer, A.W. and Hungria, C.S., *Meteorologia Antártica: Alguns Aspectos Práticos*, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE. São José dos Campos, (INPE-5613-RPQ/668), 101 pp., 1995.

Sinclair, M.R., Objective Cyclone Climatology for the Southern Hemisphere, *Monthly Weather Review*, 122(10):2239-2256, Oct. 1994.

Villela, R.J., Radio Weather Transmission in the Antarctic, *Polar Record*, 7(161):103-114, 1991.