



## Estudo das temperaturas mínimas de julho 1995 na Estação Antártica Comandante Ferraz, ilha Rei George

ALBERTO W. SETZER e FABRÍCIO P. HÄRTER

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Cx. Postal 515 – 12245-970 São José dos Campos, SP, Brasil

### ABSTRACT

A case of very low temperatures (down to about  $-30^{\circ}\text{C}$ ) at the Brazilian Antarctic Station Comandante Ferraz (EACF), King George Island, on July 1995, is discussed based on local weather data, satellite imagery and analyses from a widely used numerical weather model. The situation resulted from the advection of cold air from the frozen Weddell Sea, along the east side of the Antarctic Peninsula, reaching afterwards the South Shetland Islands. Limitations in the numeric model products, such as differences of  $15^{\circ}\text{C}$  and 17 hPa, in relation to actual surface data, result from the use of a simplified Antarctic topography in the model and the lack of data from the surrounding frozen seas. The importance of the “barrier” winds along the east side of the Peninsula and a peculiar positioning of low pressure centres in the region are stressed in the forecast of temperature fall, in the EACF region.

**Key words:** King George Island, meteorology, atmospheric temperature.

### INTRODUÇÃO

No mês de julho de 1995 foram registradas na estação antártica Comandante Ferraz – EACF ( $62^{\circ}05'S$ ;  $58^{\circ}23,5'W$ ) temperaturas baixas raramente alcançadas no local, entre  $20$  e  $30^{\circ}\text{C}$  negativos. Considerando os ventos ocorridos no período, de  $10$  a  $20\text{ m s}^{-1}$ , a sensação térmica resultante foi da ordem de  $-50^{\circ}\text{C}$ . Tanto do ponto de vista meteorológico, como no planejamento de atividades externas, tais situações são de especial interesse, e sua previsão importante. Por outro lado, análises de superfície correspondentes, geradas por modelos numéricos para o mesmo período e região, apresentaram limitações, sugerindo temperaturas superiores em  $15^{\circ}\text{C}$  e pressões inferiores em 17 hPa em relação ao ocorrido!

A Península Antártica, uma cadeia estreita de montanhas com altitude média de 2 km e picos che-

gando a 3 km atua como um divisor da circulação troposférica regional. Este efeito foi apresentado por Schwerdtfeger (1970, 1975), que relatou a circulação fria de sul, ciclônica ou não, sobre o mar congelado de Weddell, limitada pelo flanco leste da península; nestas condições, em seu lado leste as temperaturas podem ser mais de  $10^{\circ}\text{C}$  inferiores e as pressões mais de 5 mb superiores em relação à face oeste para latitudes correspondentes. Tal situação parece ter sido notada primeiro por Meinardus e Mecking em 1911, segundo Schwerdtfeger (1984, p. 107). Estas correntes de ar são também responsáveis pelo movimento das placas de gelo em direção norte no oeste do mar de Weddell, que desta forma atingem o Atlântico Sul, e pela advecção de ar frio em direção leste no sul do passagem de Drake e no estreito de Bransfield – ver Figura 1. Este tipo de escoamento no estreito de Bransfield foi descrito com mais detalhes em Schwerdtfeger e Amaturro (1979, p. 20–22), por meio de exemplo afetando

Correspondência para: Alberto W. Setzer  
E-mail: asetzer@cptec.inpe.br

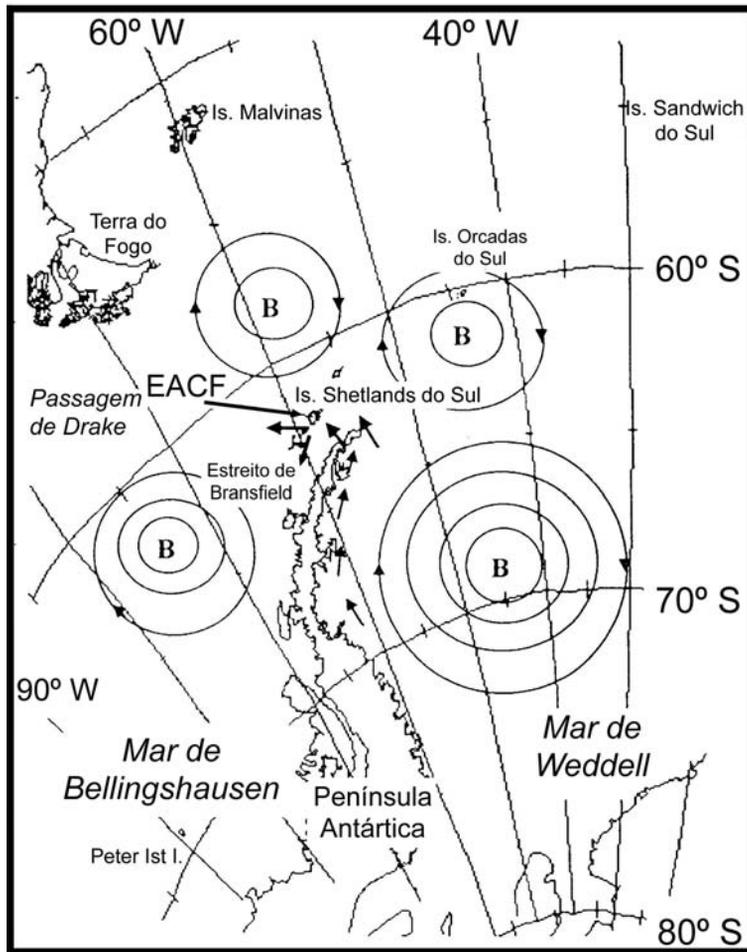


Fig. 1 – Região de interesse do trabalho e diagrama esquemático das condições favoráveis à intrusão de ar frio do mar de Weddell na EACF. O centro de baixa pressão no mar de Weddell não é condição necessária, e a alta pressão ao longo da Península Antártica é apenas em relação às baixas pressões vizinhas.

inclusive a ilha Rei George em maio/1968, onde posteriormente foi instalada a EACF, e de outro em julho/1968 (Schwerdtfeger e Amaturro 1979, p. 2). Em Parish e Schwerdtfeger (1977) esta advecção foi denominada de corrente de jato inercial em baixo nível, e em Schwerdtfeger (1984, p. 105–109) o fenômeno é abordado de maneira geral a partir do exemplo de agosto/1959.

Adicionalmente, Villela (1986, 1987, 1989, 1990) apresentou mais uma evidência do fluxo de ar frio do mar de Weddell para leste, após a penín-

sula, em janeiro/1983, e Villela e Festa (1986) documentaram outras duas, em janeiro/1984, e início de fevereiro/1984. Por último, Villela, a partir de sua experiência como analista e previsor de tempo nas duas primeiras expedições antárticas do Brasil, nos verões austrais de 1982/1983 e 1983/1984, esclareceu que “...uma compreensão deste efeito termal e inercial aparenta ser de máxima importância para o entendimento da meteorologia na área de Península Antártica” (Villela 1986, p. 195).

No trabalho a seguir, é documentada e discu-

tida a seqüência das temperaturas mais baixas na EACF em 1995, resultantes da advecção de ar frio do mar de Weddell, objetivando previsões de situações semelhantes.

#### DADOS UTILIZADOS

Foram utilizados os dados de 1995 da estação meteorológica de superfície da EACF, a 20 m de elevação, registrados automaticamente a cada três horas nos horários sinóticos (CPTEC 1995). No caso dos dados de vento, devido a problemas no sensor na época de interesse deste trabalho, em julho de 1995, os registros foram anotados por observador, apresentando descontinuidades. A Figura 2 resume graficamente a seqüência temporal dos registros de pressão e temperatura para o mês todo, e a Tabela I apresenta apenas os dados do período de interesse, entre os dias 16 e 23; ambas foram extraídas de CPTEC (1995). Para efeito de confirmação, foram também consultados os dados meteorológicos da estação antártica polonesa H. Arctowski (Kejna, comunicação pessoal, sumário dos dados meteorológicos desta estação para 1996), distante apenas 9 km da EACF e também próxima ao nível do mar.

As imagens de satélites empregadas foram os mosaicos polares de baixa resolução gerados a partir da composição de imagens AVHRR dos satélites polares NOAA complementada por imagens geostacionárias GOES e METEOSAT (AMRC 1995). Apenas as imagens na faixa termal próxima a 11  $\mu$ m destes satélites são empregadas no preparo dos mosaicos. Estas imagens-mosaico em formato digital “.GIF”, com cerca de 150 MBy cada, foram coletadas e arquivadas uma vez por dia durante 1995; muitas apresentaram regiões sem informação devido à falta de dados na geração dos mosaicos – ver Figura 3 para exemplos abrangendo apenas a região de interesse, recortados dos mosaicos polares completos.

Adicionalmente, foram utilizadas matrizes de dados de análises geradas pelo modelo de previsão numérica de tempo do *European Center for Medium Range Weather Forecasting* – ECMWF (e.g., Simons et al. 1989). Estas análises foram examinadas

e impressas através do programa interativo de visualização gráfica *Grid Analysis and Display System* – GrADS (Doty et al. 1995). Os campos de dados para o globo terrestre foram obtidos do banco de dados do Centro de Previsão de Tempo e Clima do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC, dos quais extraiu-se as informações para a região de interesse, de 40°S/100°W a 90°S/30°W. Os seguintes níveis atmosféricos e variáveis foram empregados no estudo: 1000 mb (superfície), 850 mb (~ 1,1 km) e 250 mb (~ 10 km); altura geopotencial, temperatura, advecção de temperatura, vetor vento, ventos zonal e meridional, linhas de corrente, divergência, e advecção de vortacidade – ver Figuras 4a a 4d para exemplos dos campos de temperatura e linhas de corrente à superfície obtidos através do GrADS.

#### ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS LOCAIS E IMAGENS

O gráfico de temperaturas da Figura 2 indica para julho/95 três trechos na curva com queda abaixo de cerca de  $-20^{\circ}\text{C}$ , nos dias 17, na passagem de 18 para 19, e no final de 22, detalhados na Tabela I com os demais registros da EACF pertinentes. Note-se a mínima absoluta do ano, de  $-27,7^{\circ}\text{C}$  próxima às 21:00 UTC do dia 22, e que na estação Polonesa vizinha H. Arctowski, foi registrada como  $-29,9^{\circ}\text{C}$  (Kejna 1996). A mínima do dia 23 foi registrada às 00:00 UTC, fazendo parte portanto do mesmo evento do final do dia 22.

A ocorrência das menores temperaturas do ano em julho na ilha Rei George está de acordo com levantamentos diversos cobrindo vários anos. Rakusa-Suszczewski et al. (1993) relatam para a estação H. Arctowski, que no período 1978–1987 a menor temperatura mensal média,  $-7,1^{\circ}\text{C}$ , e a mínima absoluta de  $-32,3^{\circ}\text{C}$  (em 1986), ocorreram no mês de julho. Os mesmos autores ainda estimaram retroativamente até 1948, com base em dados de outras estações antárticas da região, que esta mesma tendência temporal para as temperaturas médias também se repetiu. Por outro lado, em anos individuais, segundo os mesmos dados de Arctowski entre 1978–1987, o mês de menor temperatura

**TABELA I**  
**Dados da estação meteorológica de superfície da EACF no período 16-23/julho/1995,**  
**extraídos de CPTEC (1995).**

Dia	Hora	Pressão TMG (mb)	Temperatura		Umidade Relativa (%)	Vento		Extremos	
			Ar	Pto. Orv. (°C)		Dir. (*)	Veloc. (m/s)	Tmin. (°C)	Tmax. (°C)
<b>15</b>	03:00	984,5	-15,0	-15,8	93	E	10,0		
	06:00	984,7	-14,9	-15,9	92	-	-		
	09:00	984,6	-14,9	-15,9	92	-	-		
	12:00	984,4	-13,4	-14,5	92	E	3,0		
	15:00	984,4	-7,6	-8,8	92	N	4,0		
	18:00	982,3	-5,3	-6,4	92	N	10,0		
	21:00	982,8	-5,4	-6,5	92	NW	5,0		
	24:00	982,5	-5,9	-7,0	92	-	-	-15,4	-4,3
<b>16</b>	03:00	982,4	-12,3	-13,3	92	SW	5,0		
	06:00	982,8	-15,0	-16,0	92	NE	6,0		
	09:00	982,3	-16,1	-17,1	92	-	-		
	12:00	981,9	-16,3	-17,4	92	-	-		
	15:00	980,4	-16,3	-17,2	93	NE	7,0		
	18:00	977,8	-14,6	-15,8	91	-	-		
	21:00	973,4	-16,6	-17,8	91	E	15,0		
	24:00	971,3	-19,8	-21,1	90	E	20,0	-19,9	-5,9
<b>17</b>	03:00	973,8	-20,6	-21,5	92	NE	13,0		
	06:00	974,3	-21,5	-22,9	89	E	13,0		
	09:00	976,0	-21,9	-23,3	89	-	-		
	12:00	977,0	-22,6	-24,1	88	E	10,0		
	15:00	976,8	-21,6	-23,0	88	E	10,0		
	18:00	977,0	-20,6	-22,1	88	E	9,0		
	21:00	978,7	-20,9	-22,4	88	S	5,0		
	24:00	979,8	-21,0	-22,5	88	W	3,0	-22,7	-19,5
<b>18</b>	03:00	979,0	-19,2	-20,6	89	W	3,0		
	06:00	979,0	-16,9	-18,2	90	W	10,0		
	09:00	979,8	-17,4	-18,4	93	SW	4,0		
	12:00	980,0	-19,6	-21,0	89	-	-		
	15:00	979,1	-19,6	-20,7	91	-	-		
	18:00	977,2	-21,3	-22,7	89	NE	12,0		
	21:00	973,6	-21,6	-23,0	89	NE	7,0		
	24:00	971,3	-21,7	-23,2	88	E	16,0	-22,3	-16,5
<b>19</b>	03:00	971,7	-22,2	-23,6	88	E	12,0		
	06:00	972,4	-21,6	-23,0	88	NE	15,0		
	09:00	972,5	-20,3	-21,8	88	E	9,0		
	12:00	972,8	-19,6	-21,0	89	NE	11,0		
	15:00	973,0	-18,3	-19,7	89	E	7,0		
	18:00	974,3	-17,3	-18,6	90	-	-		
	21:00	975,7	-16,8	-18,1	90	E	10,0		
	24:00	977,1	-15,8	-17,0	90	E	7,0	-22,4	-15,7
<b>20</b>	03:00	978,0	-14,7	-15,9	91	E	9,0		
	06:00	980,0	-14,0	-15,2	91	-	-		
	09:00	981,9	-12,4	-13,5	91	-	-		
	12:00	984,6	-12,1	-13,2	91	E	5,0		
	15:00	986,7	-12,0	-13,1	92	SW	3,0		
	18:00	988,0	-11,7	-12,9	92	E	2,0		
	21:00	989,9	-9,2	-10,3	92	N	3,0		
	24:00	991,4	-10,9	-12,0	92	-	-	-15,7	-9,1

TABELA I (continuação)

Dia	Hora	Pressão (mb)	Temperatura		Umidade Relativa (%)	Vento		Extremos	
			Ar	Pto. Orv. (°C)		Dir. (*)	Veloc. (m/s)	Tmin. (°C)	Tmax. (°C)
	TMG								
21	03:00	992,5	-13,6	-14,7	92	NE	4,0		
	06:00	993,0	-14,6	-15,7	92	NW	1,0		
	09:00	994,3	-11,6	-12,7	92	-	-		
	12:00	994,7	-11,3	-12,4	92	-	-		
	15:00	993,8	-11,6	-12,8	92	W	10		
	18:00	994,1	-11,3	-12,4	92	-	-		
	21:00	994,0	-11,9	-13,1	92	S	1,0		
	24:00	994,4	-12,8	-13,9	92	W	1,0	-14,8	-10,8
22	03:00	994,0	-14,9	-15,7	93	N	0,1		
	06:00	994,0	-18,8	-20,1	90	-	-		
	09:00	993,7	-20,9	-22,3	89	-	-		
	12:00	993,3	-22,0	-23,5	88	-	-		
	15:00	993,6	-25,2	-26,8	87	-	-		
	18:00	992,5	-25,3	-26,9	87	NW	0,1		
	21:00	991,4	-26,6	-28,2	87	NW	0,1		
	24:00	989,9	-25,3	-26,6	89	S	1,0	-27,7	-12,7
23	03:00	987,3	-11,8	-13,0	91	E	7,0		
	06:00	985,6	-10,6	-11,7	92	NW	12,0		
	09:00	983,0	-15,2	-16,3	92	-	-		
	12:00	982,5	-15,6	-16,3	94	E	10,0		
	15:00	983,9	-14,9	-15,6	94	-	-		
	18:00	986,3	-15,9	-16,7	94	-	-		
	21:00	990,0	-17,9	-19,1	91	SE	6,0		
	24:00	992,3	-18,3	-19,2	93	E	7,0	-25,3	-10,3
24	03:00	992,9	-18,5	-19,5	92	-	-		
	06:00	992,7	-17,3	-18,3	92	E	1,0		
	09:00	992,6	-17,8	-18,8	92	-	-		
	12:00	993,3	-17,9	-18,9	92	-	-		
	15:00	994,6	-17,2	-18,2	92	-	-		
	18:00	994,2	-17,5	-18,6	92	-	-		
	21:00	994,5	-17,1	-18,2	92	NE	7,0		
	24:00	993,8	-16,0	-17,0	92	-	-	-18,7	-15,7
25	03:00	991,9	-16,5	-17,6	92	E	16,0		
	06:00	991,4	-15,0	-16,2	91	NE	15,0		
	09:00	991,2	-14,4	-15,6	91	NE	15,0		
	12:00	990,4	-14,1	-15,3	91	-	-		
	15:00	990,9	-14,0	-15,2	91	SE	7,0		
	18:00	991,0	-14,8	-15,9	91	-	-		
	21:00	991,5	-15,3	-16,5	91	-	-		
	24:00	991,7	-14,9	-16,1	91	-	-	-16,7	-13,8
26	03:00	991,6	-13,8	-15,0	91	-	-		
	06:00	991,0	-12,4	-13,6	91	E	7,0		
	09:00	991,5	-12,0	-13,2	91	-	-		
	12:00	992,4	-11,5	-12,7	92	SE	20,0		
	15:00	994,5	-12,2	-13,4	92	SE	15,0		
	18:00	995,1	-12,2	-13,3	92	SE	20,0		
	21:00	997,8	-12,8	-13,9	92	SE	20,0		
	24:00	1001,5	-12,5	-13,6	92	E	15,0	-14,9	-11,4

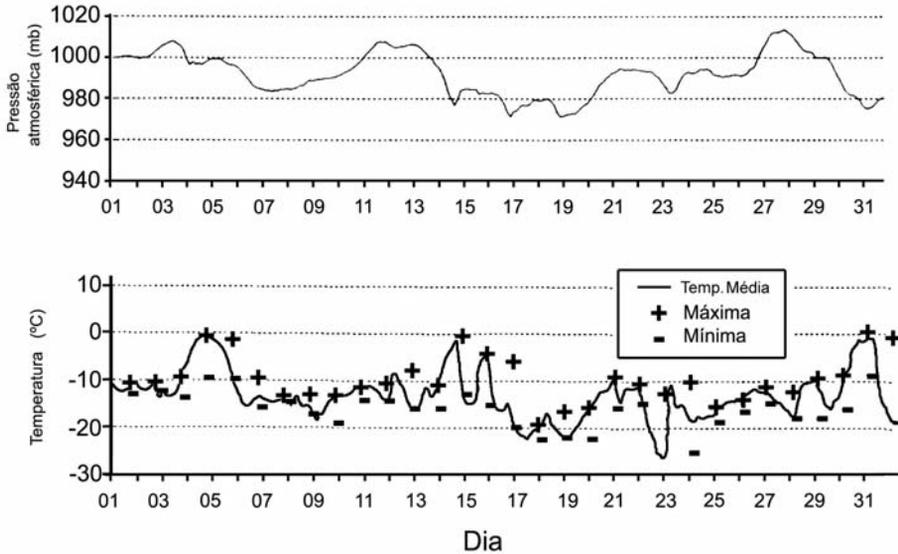


Fig. 2 – Gráficos temporais da temperatura de ar e pressão na EACF em julho/1995, extraídos de CPTEC (1995).

média ou com a mínima absoluta do ano, pode variar de maio a outubro (Kejna 1996). A mesma tendência de menores temperaturas em julho para as ilhas Shetland do Sul é encontrada na compilação de dados meteorológicos de CPTEC (2002), e para dados mais antigos, em Schwerdtfeger (1970, 1984).

Nota-se no gráfico de pressão da Figura 2 que estes três episódios de menores temperaturas não ocorreram sob condições de pressão elevada, pois no mês de julho em questão a pressão média foi 992 mb, com máximo de 1013,4 e mínimo de 971,3 mb (CPTEC 1995). Nas três seqüências, como se vê na Tabela I, a pressão esteve abaixo da média mensal, exceto no caso do dia 22, que se iniciou com a pressão 2 mb acima da média mas terminou com 2 mb abaixo, em queda – ver Figura 2 e Tabela I. No período de 17 a 19, a pressão inclusive atingiu seus níveis mais baixos no mês. Quanto aos demais dados, nos horários próximos aos três mínimos de temperatura, constatam-se ventos de leste e umidade relativa alta, próxima a 90%.

Estas informações sobre a pressão eliminam a suposição esperada do ponto de vista sinótico convencional, que associa queda intensa de temperatura

a anticiclone polar após passagem de frente e de centro de baixa pressão. Além disso, ventos de leste ou nordeste em condições de baixa pressão exigiriam o centro de baixa pressão ao norte, e portanto trazendo massas de ar também do norte, necessariamente quentes e não muito frias como observado. Tal concepção foi também expressa por Schwerdtfeger e Amaturro (1979, p. 1), segundo os quais, na região da península, “...as regras simples da meteorologia sinótica no que diz respeito às relações de pressão com campos de vento são em geral inadequadas para explicar os ventos observados e prever os vindouros”.

Combinação similar de condições de pressão e vento contraditórias na região em maio 1968, foi denominada por Schwerdtfeger e Amaturro (1979, p. 20–22) de “o pesadelo do analista de cartas”, e explicada pela advecção de ar frio do sul no mar de Weddell espalhando-se para leste após a península, sobre os estreito de Bransfield e a passagem de Drake. Da mesma forma foram explicados todos casos relatados na introdução, a despeito da predominância de alta ou baixa pressão na região. Os casos em 04/agosto/59 (Schwerdtfeger 1984, p. 106)

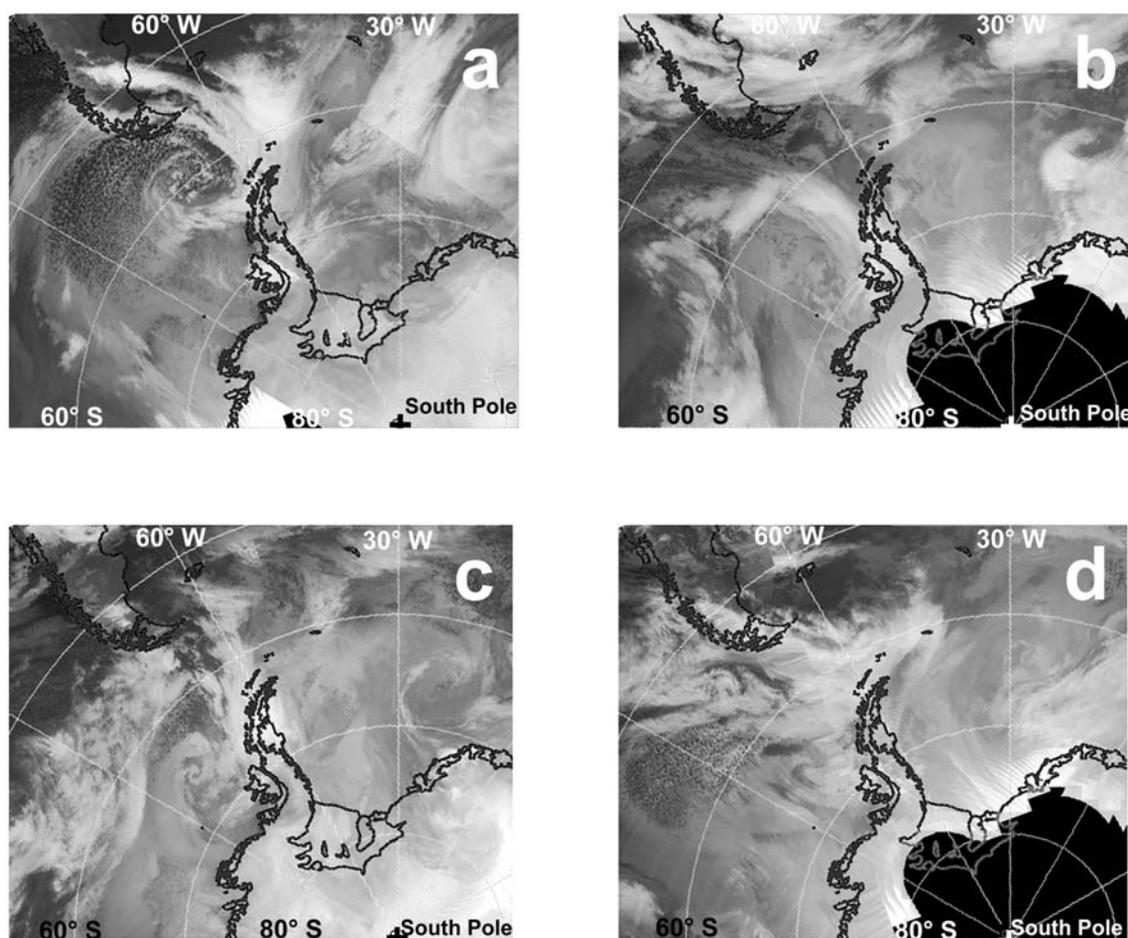


Fig. 3 – Setores das imagens-mosaico AMRC/UW para a região de interesse em julho/1995. 3a) dia 18 às 23 UTC, 3b) dia 22 às 00 UTC, 3c) dia 23 às 00 UTC, e 3d) dia 24 às 00 UTC.

e 18/julho/68 (Schwerdtfeger e Amato 1979, p. 3) ocorreram sob o predomínio de centros de baixa pressão, enquanto que nos de 01-08/maio/68 (Schwerdtfeger e Amato 1979, p. 20–22), 10/janeiro/83 (Villela 1986, p. 189 e p. 193), e 13/janeiro/84 (Villela e Festa 1986, p. 212 e p. 215) foi identificada alta pressão relativa, mas localizada apenas sobre o contorno geográfico aproximado da península, em direção sul, e cercada de centros de baixa pressão nas demais direções. É também importante lembrar que estes cinco casos foram analisados por seus autores sem imagens de satélites regionais, impondo restrições às análises de superfície, que de maneira geral são pouco confiáveis para a região de-

vido à escassez de dados. Exemplo desta restrição encontra-se em Villela (1986, p. 193–194) que sobrepôs duas análises de superfície para a mesma data, mas oriundas de centros meteorológicos diferentes, evidenciando diferenças marcantes de interpretação sinótica.

Comprovação adicional da presença de centros de baixa pressão organizados durante a ocorrência das temperaturas baixas nas ilhas Shetland do Sul é encontrada nas imagens-mosaico – ver Figura 3. Com relação à queda de temperatura de cerca de  $15^{\circ}\text{C}$  no dia 22/julho, quando foi atingida a mínima de  $-27,7^{\circ}\text{C}$  na EACF, observa-se na imagem das 00:00 UTC do dia 22 (Figura 3b) uma frente organi-

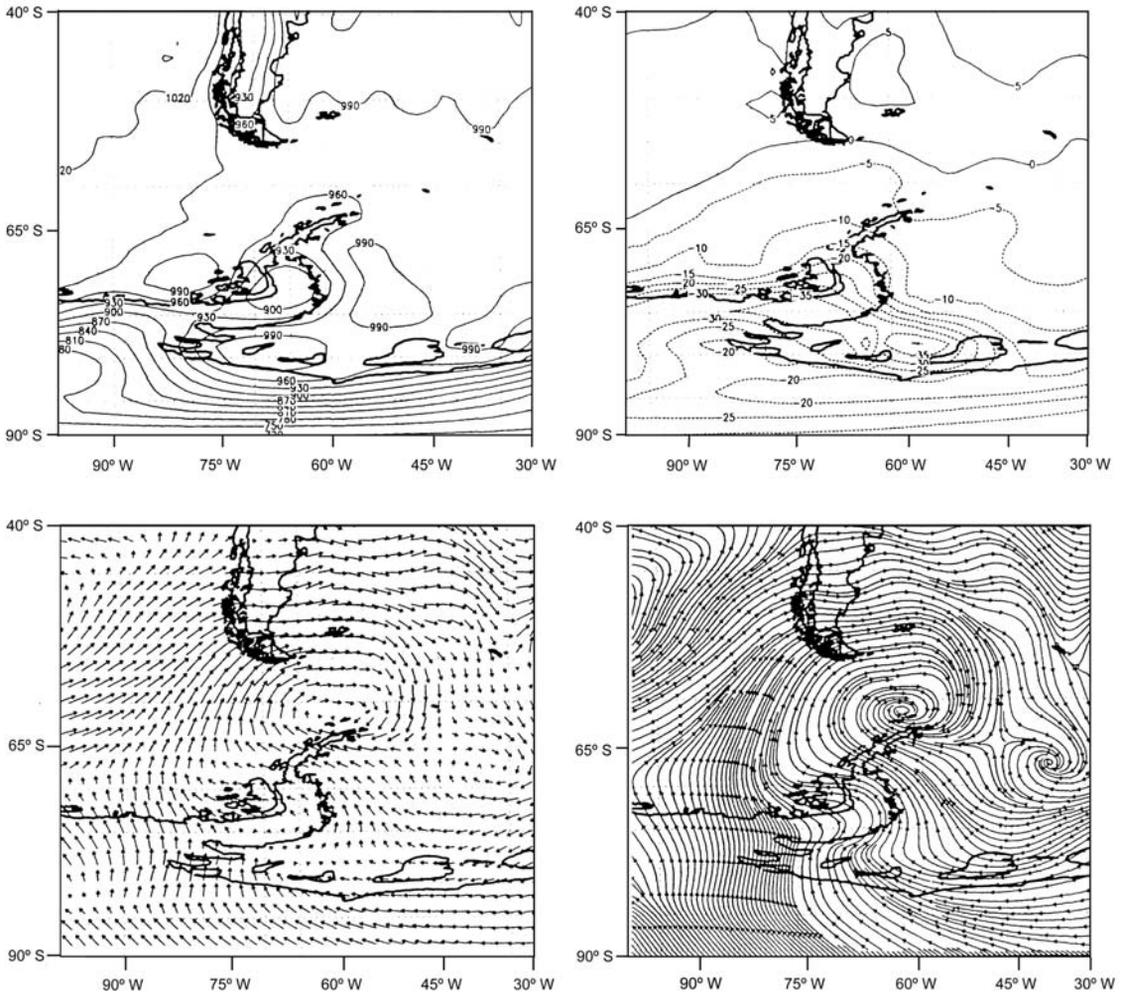


Fig. 4 – Campos de análises ECMWF no nível de superfície para 17/julho/1995, impressos com o GrDAS; a) temperatura; b) pressão; c) campo de ventos e; d) linhas de corrente.

zada no sentido norte-sul na longitude  $65^{\circ}\text{W}$  entre as latitudes de  $60^{\circ}\text{S}$  e  $70^{\circ}\text{S}$ , com centro de baixa pressão no mar de Bellingshausen a  $80^{\circ}\text{W}$ ; outra baixa está em  $60^{\circ}\text{S}$  e  $55^{\circ}\text{W}$  e sua frente estende-se em direção NW sobre a Terra do Fogo. Vinte e quatro horas após, às 00:00 UTC do dia 23 (Figura 3c) nota-se a frente sobre toda península em  $60^{\circ}\text{W}$ , e seu centro de baixa pressão ainda no mar de Bellingshausen; em  $60^{\circ}\text{S}$  ainda há um centro de baixa pressão, mas a  $45^{\circ}\text{W}$ , 10 graus mais a leste que no dia anterior. No mar de Weddell, nestas duas imagens, há indícios de circulação ciclônica em larga escala. Já na imagem do dia 24 às 00:00 UTC, quando a tempe-

ratura havia subido cerca de  $15^{\circ}\text{C}$ , coincidindo com nova queda de pressão na EACF, toda a passagem de Drake estava sob formação organizada de nuvens estendendo-se até  $40^{\circ}\text{W}/60^{\circ}\text{S}$  e prevalecendo sobre a circulação ciclônica oriunda do mar de Weddell.

A imagem de 18/julho das 23:00 UTC (Figura 3a), portanto em horário muito próximo ao da ocorrência da mínima de  $-22,4^{\circ}\text{C}$  nas primeiras horas de 19/julho, mostra na passagem de Drake, de forma similar ao ocorrido no caso do dia 22, um centro de baixa em  $70^{\circ}\text{W}/60^{\circ}\text{S}$ , porém com frente mais organizada aproximando-se da península. Nesta imagem, nota-se também outro centro de baixa pressão

bem definido em 45°W/65°S, gerando circulação ciclônica na região NW do mar de Weddell. As imagens relativas à temperatura mínima na EACF em 17/julho apresentaram padrão semelhante aos dos outros casos já descritos, e não estão incluídas devido à sua qualidade ruim. Por último, inúmeros outros casos de temperaturas baixas nos períodos de verão na EACF observados pelos autores no decorrer de vários anos também ocorreram com centros de baixa pressão a oeste, norte e sul das Shetlands do Sul, repetindo o padrão exposto acima.

Expressa de maneira genérica, a possibilidade de intrusão de ar frio do mar de Weddell nas Shetlands do Sul pode ser apresentada conforme a configuração esquemática da Figura 1, válida para qualquer época do ano. Esta possibilidade ocorre quando o norte da península está entre centros de baixa pressão próximos, sem o predomínio particular de um deles. O ar frio e denso vindo do sul do mar de Weddell ao longo do flanco leste da península, espalha-se após o término da península. Em seguida, desvia-se para oeste atingindo as Shetlands do Sul sob as condições da circulação ciclônica das baixas ao redor do norte da península, da relativa alta pressão ao longo da península, e devido à tendência inercial da circulação; o contato com o oceano aumenta a umidade do ar de origem seca, favorecendo a ocorrência de nevoeiros e precipitação leve. Com a aproximação de frentes ou baixas intensas no NW da península o fluxo frio é interrompido, e com entrada de massas de ar pelos quadrantes W a NE as temperaturas sobem significativamente.

#### CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ANÁLISES ECMWF

No início deste trabalho foi planejado o uso de campos de variáveis meteorológicas diversas gerados pelo modelo numérico de previsão de tempo do ECMWF com a finalidade de complementar as interpretações do item prévio. Iniciativa anterior no verão 1993/1994 na EACF mostrou discrepâncias constantes entre previsões numéricas e condições efetivas, mesmo no caso de previsões de curto prazo para 24 horas (Hungria et al. 1995); os prognósticos falhos foram atribuídas à falta de estações meteo-

rológicas nos mares congelados da Antártica e nos oceanos ao seu redor. Entretanto, esperava-se que embora as previsões de modelo de tempo tivessem sido falhas, as análises, elaboradas a partir de dados reais, fossem adequadas.

A Figura 4a apresenta a análise do campo de temperatura à superfície para o dia 17/julho/95, quando na EACF foi registrada a mínima de  $-22,4^{\circ}\text{C}$ , e no qual os registros estiveram sempre abaixo de  $-20^{\circ}\text{C}$ , conforme indicado na Tabela I. Surpreendentemente, na análise a isoterma que passa nas ilhas Shetland do Sul é a de valor  $-5^{\circ}\text{C}$ , ou seja, com erro superior a  $15^{\circ}\text{C}$  em relação às temperaturas observadas; a isoterma de  $-20^{\circ}\text{C}$  só é encontrada a mais de 7 graus de latitude ao sul. Diferenças entre as análises ECMWF e dados reais foram em seguida encontradas também para o campo de pressão à superfície, que conforme o exemplo da Figura 4b e os dados da Tabela I, indica 17 mb de erro. Situações semelhantes foram encontradas nas análises dos demais dias das seqüências de temperaturas baixas de julho/95, indicando limitação constante nos produtos do modelo ECMWF para este tipo de circulação.

A causa desta limitação foi aparentemente identificada no exame das análises do vetor vento e das linhas de corrente à superfície do mesmo dia 17, mostradas nas Figuras 4c e 4d, respectivamente. Nelas fica claro que o relevo da Península Antártica, que atinge 3 km de elevação, e o do próprio continente antártico, o mais elevado do planeta, não foram considerados pelo modelo, uma vez que o vento e as linhas de corrente não sofrem qualquer perturbação no nível de superfície devido à Península Antártica ou do resto do continente. Esta situação, como consequência, prejudica o uso das análises ECMWF para a região da península, incorrendo também em limitações consideráveis para a meteorologia do sul da América do Sul, e provavelmente de todo hemisfério sul. Nestas condições, cabe recordar a afirmação e o receio de Schwerdtfeger (1970, p. 320), segundo o qual, respectivamente, "...a península é um divisor climático de primeira ordem", e "...em anos recentes a península

tem sido excluída das considerações de climatologia geral”.

### CONCLUSÕES

Quedas significativas de temperatura nas ilhas Shetland do Sul, onde se encontra a estação antártica brasileira Comandante Ferraz, ocorrem em qualquer época do ano com a intrusão de ar frio e denso, de leste, originário do mar de Weddell por meio de padrão de circulação peculiar da região, mesmo em períodos de baixa pressão atmosférica. Este enfoque é contrário a concepções sinóticas convencionais, como relatado em cinco casos encontrados na literatura, e demonstrado no presente trabalho para seqüências de temperaturas muito baixas no inverno de 1995. Com o apoio de imagens de satélites, até então não empregadas nestes casos, foi possível estabelecer com mais clareza a configuração sinótica geral que favorece esta intrusão de ar frio, criando desta forma melhores condições para previsão de baixas temperaturas em episódios futuros.

Adicionalmente, o trabalho sugere limitações em produtos do modelo de previsão numérica de tempo do ECMWF para a região da Península Antártica e sul da América do Sul devido ao uso limitado do relevo antártico pelo modelo.

### AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível devido ao apoio PROANTAR, SECIRM e CNPq ao Projeto Meteorologia na EACF. Colaboraram também Michael R Pantera quando aluno do IAG/USP preparando as imagens-mosaico AMRC, Heber R Passos do CPTEC/INPE na manutenção da estação meteorológica da EACF, Luiz G Rios com registros manuais de vento na EACF, o ARRC/University Wisconsin disponibilizando imagens-mosaico, e Simone Cunha do CPTEC/INPE fornecendo dados ECMWF; a todos, nossos sinceros agradecimentos.

### RESUMO

Um caso de temperaturas muito baixas (de quase 30°C negativos) na estação antártica Comandante Ferraz

(EACF), ilha Rei George, em julho de 1995, é discutido através da interpretação de dados locais, imagens de satélites e análises de um modelo numérico de uso amplo. A situação resultou da advecção de ar frio do mar congelado de Weddell ao longo da costa leste da Península Antártica, atingindo em seguida as ilhas Shetland do Sul em condições peculiares de baixa pressão. Limitações nos produtos do modelo numérico, como diferenças de 15°C e 17 hPa em relação aos dados reais de superfície, são decorrentes de limitações do modelo quanto à topografia antártica e a falta de dados dos mares congelados da região. Na previsão de episódios de queda de temperatura na região da EACF, enfatiza-se a importância dos ventos de “barreira” no leste da península e uma configuração peculiar dos centros de baixa pressão na região.

**Palavras-chave:** Ilha Rei George, meteorologia, temperatura atmosférica.

### REFERÊNCIAS

- AMRC. 1995. Antarctic Meteorological Research Center – University of Wisconsin. Satellite imagery mosaics. <http://uwamrc.ssec.wis.edu/~amrc/gopher.gif>
- CPTEC. 1995. Dados de 1995, <http://www.cptec.inpe.br/antartica/weatherdata.htm>
- CPTEC. 2002. Climatologia da EACF em <http://www.cptec.inpe.br/antartica/data/resumos/climatoleacf.xls>
- DOTY B, HOLT T E FIORINO M. 1995. The Grid Analysis and Display System – GrADS, Version 1.5.1.12. Calverton: Center for Ocean - Land - Atmosphere Studies, 148 p.
- HUNGRIA CS, HAYMUSSI H E SETZER AW. 1995. Numerical weather forecasts and actual weather in the north of the Antarctic Peninsula: a comparison for the summer 93/94. In: MEDRANO-B RA E PEREIRA EB (Eds.), Ciências Espaciais e da Atmosfera na Antártica, São José do Campos: Transtec, p. 455–466. Conf Latinoamer Ciênc Espac Atmosf Antártica, Serra Negra, Brasil, 1994.
- PARISH TR E SCHWERTDFEGER W. 1977. A cold, low-level jet stream in the Bransfield Strait: an example of inertial flow. *Antarct J US* 12: 171–172.
- RAKUSA-SUSZCZEWSKY S, MIETUS M E PIASECKI J. 1993. Weather and Climate. In: RAKUSA-SUSZCZEWSKY S (Ed.), *The Maritime Antarctic Coastal Ecosystem of*

- Admiralty Bay, Varsóvia: Polish Academy of Sciences, p. 19–25.
- SCHWERDTFEGER W. 1970. The Climate of the Antarctica. In: ORVIG S (Ed.), *Climates of Polar Regions*, Amsterdam: Elsevier, p. 253–355.
- SCHWERDTFEGER W. 1975. The effect of the Antarctic Peninsula on the temperature regime of the Weddell Sea. *Mon Weather Rev* 103: 45–51.
- SCHWERDTFEGER W. 1984. *Weather and Climate of the Antarctica*. Amsterdam: Elsevier. 261 p.
- SCHWERDTFEGER W E AMATURO LR. 1979. Wind and weather around the Antarctic Peninsula. University of Wisconsin, Department of Meteorology, 1979, 86 p. Research Report.
- SIMONS AJ, BURRIDGE DM, JARRAUD M, GIRARD C E WERGEN W. 1989. The ECMWF medium-range prediction models – development of the numerical formulations and the impact of increased resolution. *Meteorol Atmos Phys* 40: 28–60.
- VILLELA RJ. 1986. Results of synoptic analysis aboard R/V Prof. W. Besnard in the I and II Brazilian Antarctic Expeditions. *An Acad Bras Cienc* 58 (Supl): 187–204.
- VILLELA RJ. 1987. Meteorological observations of the inertial cold jet north of the Antarctic Peninsula. In: CONGRESSO INTERAMERICANO METEOROLOGIA, 2., e CONGRESSO ARGENTINO METEOROLOGIA, 5., Buenos Aires. *Anais...* Buenos Aires, 1987, p. 9.3.1–9.3.6.
- VILLELA RJ. 1989. O jato frio inercial da Península Antártica, uma nova descoberta da meteorologia. In: SEMINÁRIO CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS E ESPACIAIS DO PROANTAR, 1., São José dos Campos. *Anais...*, São José dos Campos, INPE, 1989, p. 162–174.
- VILLELA RJ. 1990. Situações sinóticas e evolução do tempo no setor antártico sul-americano. In: CONGRESSO BRASILEIRO METEOROLOGIA, 7., Salvador. *Anais...*, Salvador, 1990, p. 524–527.
- VILLELA RJ E FESTA M. 1986. “Meteorological observations aboard R/V Prof. W. Besnard during the I and II Brazilian Antarctic Expeditions”, *An Acad Bras Cienc* 58 (Supl): 205–218.