

A METEOROLOGIA NO PROGRAMA ANTÁRTICO: INTRIGANTE, COMPLEXA E DESAFIADORA

Alberto Setzer, Marcelo Romão e Heber R. Passos

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

Caixa Postal 515 – 12.245-970 - São José dos Campos, SP

Emails: asetzer@cptec.inpe.br, marcromao@cptec.inpe.br, heber@cptec.inpe.br

RESUMO

Este trabalho resume atividades da Meteorologia Antártica no contexto do Programa Antártico Brasileiro, PROANTAR. Algumas peculiaridades da região são: condições frequentes de tempo adverso com alto risco de vida pelo menos duas vezes por mês; acesso não convencional a dados e previsões por meio de transmissões de ondas curtas em fonia, fac-símile e teletipo; necessidade constante de previsões em tempo-real das equipes de campo em diferentes locais, seja na costa, em montanhas, ou no mar. Muitas das regras convencionais de previsão são inúteis - e mesmo falsas - na região norte da Península Antártica, como a associação entre alta pressão e bom tempo, ou a de isóbaras próximas e ventos fortes resultantes. No quadro de possíveis mudanças globais, a região da Estação Brasileira Cmte. Ferraz é das mais indicativas de alterações nas últimas décadas. A noção de que as geadas no sul do Brasil resultam de frentes “polares” perde o sentido após acompanhar os sistemas ao sul da América do Sul; por outro lado, ar frio próximo à superfície com origem no Mar de Weddell causa baixas temperaturas e chuvas no litoral sul e sudeste do Brasil. Exemplos e resultados de vinte anos de vivência nesta intrigante, complexa e desafiadora meteorologia são apresentados a seguir; eles incorporam a gratificante satisfação de salvar vidas e de impedir que colegas coloquem as suas em perigo, assim como a de investigar fenômenos ainda não inteiramente explicados e a de interagir multi-disciplinarmente com outras áreas de pesquisa.

Palavras-chave: Meteorologia, Antártica, PROANTAR.

ABSTRACT

This paper summarizes activities of Antarctic Meteorology in the context of the Brazilian Antarctic Program, PROANTAR. Some peculiar regional features are: frequent adverse weather conditions posing high life-risk at least twice every month; unconventional access to data and forecasts through short wave transmissions in voice, fac-simile and teletype modes; need of constant forecasts in real-time for field crews in different areas, such as along the coast, on mountains, or at sea. Many of the conventional forecast rules are useless, such as the association of high pressure and good weather, or of close isobars and strong resulting winds. In the scenario of possible global change, the region of the Brazilian Antarctic Station is highly indicative of the variations in the last decades. The notion that frosts in south Brazil result from “polar” fronts loses its meaning when one follows the weather systems to the south of South America; however, surges of cold air at surface level originating from the Weddell sea commonly cause low temperatures and rains in the coast of south and southeast Brazil. Examples and results from twenty years of practical work in this intriguing, complex and challenging meteorology are presented below; they include the gratifying satisfaction of saving lives and preventing that colleagues expose theirs to dangers, as well as the investigation of phenomena not yet totally explained, and the multi-disciplinary interaction with other research areas.

Key words: Meteorology, Antarctica, PROANTAR.

1. INTRODUÇÃO

A Meteorologia avança em conhecimento e praticidade com ajuda de imagens e dados de satélites, de modelos de previsão, de grandes centros de previsão e computação, de nova instrumentação, e da rápida divulgação de informações na internet. Porém, na Antártica, em alguns aspectos, ela ainda se encontra, antiga, intrigante e a ser explorada. Desde a coleta de dados até a elaboração e transmissão das previsões, exige-se mais do que conhecimentos técnicos e científicos; não basta somente ler e interpretar os modelos, pois seus resultados têm limitações peculiares nesta região. A Meteorologia Antártica operacional requer muita dedicação e experiência, boa dose de espírito de aventura, e principalmente, não seguir conceitos tradicionais das condições do tempo.

O trabalho na “Meteoro-H24” da Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF) tem entre suas tarefas a de “guarnecer” o Projeto Antártico Brasileiro (PROANTAR) com diversas informações meteorológicas: coleta, armazenagem e divulgação de dados, previsões de curto prazo, observações de superfície, vigilância meteorológica, etc. Inúmeras pesquisas são conduzidas, como sobre a relação da circulação regional e o tempo no sul e sudeste do Brasil, caracterização de sistemas sinóticos, estudos de variações climáticas, etc. Meteorologistas e pesquisadores de universidades (Univali, UFPe, UFRGS, UFRJ e USP), do INMET e do IPV têm participado das equipes coordenadas pelo INPE/CPTEC em uma experiência aberta a todos interessados na meteorologia de altas latitudes.

2. DADOS E PREVISÕES

Nossas previsões são válidas para um período de doze horas, pois além disso a chance de erro em geral é grande devido à mudança de estrutura de sistemas sinóticos e à velocidade com que avançam na região, muitas vezes de 80 km/h. Para auxiliar as previsões, recebemos cartas sinóticas via rádio fac-símile em ondas curtas (8.675 e 17.144 kHz), provenientes de Valparaíso – Chile. Sua divulgação ocorre com defasagem de seis horas, um exagero ao se tratar da Antártica. Para compensar esta

defasagem, monitoramos os dados “synop” da região, transmitidos por fonia a cada três horas em fonia nas frequências de 3.100, 4.490 e 8.980 kHz, USB, para os centros de coleta que os repassam à rede GTS da OMM. A primeira frequência é para as estações chilenas e de outras nacionalidades na região, que transmitem seus dados ao Centro Meteorológico Pres. Eduardo Frei na Ilha Rei George, e a segunda, é das estações argentinas que transmitem para Marambio, próximo à Ilha James Ross (64,2°S 56,7°W). A Figura 1 mostra o Módulo/Container de trabalho da Meteoro-H24 na EACF. Acompanhar estas transmissões é uma tarefa capciosa devido a interferências de equipamentos e ruídos locais, os chamados QRMs, aos ruídos atmosféricos, QRNs, e às dificuldades e rápidas variações da propagação ionosférica. Dados de altitude, que constatamos serem essenciais para a previsão nesta região, pois é nela que a corrente de jato sub-polar atua, infelizmente inexitem para a área da EACF. As sondagens feitas na Estação russa de Bellingshausen da mesma Ilha Rei George cessaram há 15 anos, e a mais próxima é a de Punta Arenas, no sul do Chile, 960 km a NW; Marambio também tem sondagens, mas só ocasionais, e por estar a 250 km a sotavento, sua utilidade é limitada.

Outro recurso usado é a recepção direta por meio dos satélites polares da série NOAA dos dados padrão ARGOS de estações meteorológicas automáticas, conhecidas pelas siglas AWS em inglês e PCD no Brasil. Estes dados são enviados pelas AWSs em UHF (401,65 MHz), e chegam nas frequências VHF de 136 MHz a 138 MHz; também neste caso são necessários receptores, antenas e programas específicos e o sistema utilizado na EACF foi fabricado pelo INPE, sendo conhecido como “Estaçonete ARGOS”. O Brasil possui três AWSs na região norte da Península, cadastradas na OMM sob os números: 89250, no topo do Morro da Cruz/Flagstaff Mt. na Ilha Rei George (62,1°S 58,4°W); 89253 na Ilha Joinville (63,2°S 55,4°W) e; 89263 nas Ilhotas Biscoe (66,0°S 66,1°W) (Figura 2). Curiosamente, estas são as únicas AWSs/PCDs brasileiras cadastradas na OMM, e cujos dados entram automaticamente na GTS. No início de 2005 elas foram desativadas por um ano, para retorno e manutenção no INPE, uma vez que sua operação desatendida por anos seguidos em

ambiente extremamente hostil as deteriora quase por completo.



Figura 1: Módulo de Meteorologia da EACF. Notar as antenas externas de recepção e envio de dados e informações, criando ambiente de trabalho não convencional.



Figura 2: Manutenção AWS. As condições de trabalho, como neste caso do Morro da Cruz, Ilha rei George, impõem dificuldades e cuidados sérios no trabalho.

O uso da internet na EACF a partir de 1998, por meio de um transponder geoestacionário alocado ao Chile, trouxe inúmeras vantagens para a previsão de tempo que fazemos para a região, permitindo acesso a milhares de produtos e dados de tempo e clima gerados em dezenas de países e centros de estudo e de previsão de tempo e clima espalhados pelo globo. Com a *internet* na EACF passou-se a acessar informações antes não disponíveis, como imagens de satélites mais abrangentes e suas animações, análises e previsões numéricas de dados de altitude regionais e continentais, etc.

Porém, a conexão é lenta, com 64 Kbs para cerca de 16 micros e mais o sistema de fonia da EACF, o que torna a recepção de páginas gráficas demorada e difícil. Ainda, as cartas sinóticas de análise e as previsões são liberadas na internet cerca de 6 a 12 horas após seu horário de referência, o que em termos de Antártica é excessivo. Adicionalmente, além de interrupções quase que diárias na conexão *internet* por razões técnicas, o sistema costuma ficar inoperante ao ser mais necessário, ou seja, durante a passagem dos ciclones intensos, quando as antenas de comunicações da EACF são cobertas de neve ou deslocadas pelos fortes ventos, interrompendo a navegação por dias.

Feita a coleta dos dados e a recepção das cartas em HF e das imagens de satélites no modo baixa resolução APT, e na *internet*, examinamos as previsões dos modelos numéricos (quando disponíveis) para esta região esquecida. Estes, infelizmente, são limitados quanto ao dinamismo e a particularidades do tempo e topografia locais para efeito de previsão de curto prazo, e, portanto, são usados mais como indicação de tendência (e não previsão) do tempo futuro. São as imagens de satélites, tanto polares (séries NOAA, Meteor e Resurs), como geoestacionários (GOES e METEOSAT) para latitudes até 65°S, que nos permitem acompanhar e prever as condições com alto grau de acerto. Para tanto, as imagens de baixa resolução no modo APT, são recebidas no módulo de Meteorologia em VHF (137MHz a 138 MHz) a cada passagem; adicionalmente, se possível, contamos também com as da internet. Com a seqüência de fotos visualiza-se o movimento e estrutura espacial das massas de ar e acompanham-se os centros de baixa pressão, frentes, cristas e cavados, que incessantemente se revezam sobre nós.

As previsões são personalizadas para cada tipo de situação ou “cliente”, mas no geral, o que importa são fortes ventos, precipitação e visibilidade. Nos períodos de verão, quando chega a maior parte dos pesquisadores e são feitos os trabalhos de campo, são elaboradas as previsões da EACF as 00Z e 12Z. Nas coletas no mar, os pesquisadores, geralmente biólogos, ficam muito tempo expostos ao frio e ao mar nos botes *Zodiac* e na lancha *Skua* de pesquisa. Ventos acima de 20 nós impossibilitam

coletar amostras e colocam em risco a segurança da missão. As Normas de Procedimento Antártico da EACF, NPAs, só permitem deslocamentos em terra a mais de 1 km da EACF com ventos inferiores a 13 m/s (25 nós) e visibilidade superior a 1 km, e exigem o uso de um rádio VHF para o grupo. Para uso dos botes, o limite do vento é 10 m/s (20 nós) com visibilidade maior que 2 km, e com pelo menos dois rádios VHF. Pela Tabela 2, constata-se que em cerca de 85% do tempo não é admitido o uso dos botes.

3. BOLETIM “ACOMPANHE O TEMPO!!!”

Para auxiliar o planejamento das saídas dos biólogos ao mar, e da EACF em geral, desenvolveu-se um boletim: “Acompanhe o Tempo!!!”. Ele contém uma síntese das condições previstas na Estação e região norte da Península, e possui uma série de chaves de condições do tempo referentes a atividades externas, que variam desde ótima até extrema; o mesmo para intensidade das frentes e ciclones (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação empírica das previsões meteorológicas para atividades externas usadas na Antártica. Os ventos se referem a valores sustentados, por mais de 10 minutos. (18 nós = 9,5 m/s = 32 km/h, 30 nós = 16 m/s = 58 km/h e 45 nós = 23 m/s = 83 km/h).

CHAVE PARA ATIVIDADES EXTERNAS		CHAVE PARA BAIXAS E FRENTES
1 ÓTIMA	Vento calmo ou f raco, temperatura do a r positiva, dia ensolarado e visibilidade excelente	
2 BOA	Ventos até 18 nó s, temperatura do ar pos itiva, sem precipitação, visibilidade mínima de 5km, e céu encoberto ou não	FRACA, com ventos até 18 nós
3 REGULAR	Ventos entre 18 e 30 nós e/ou precipitação ocasional, e/ou temperaturas de 0° a -15°C	MÉDIA, com ventos até 30 nós
4 DIFÍCIL	Ventos entre 30 e 45 nós e/ou precipitação contínua e/ou temperaturas de -15° a -25°C	FORTE, com ventos até 45 nós
5 EXTREMA	Ventos acima de 45 nós, com ou sem precipitação e/ou com temperaturas abaixo de -25°C	EXTREMA, com ventos acima de 45 nós e rajadas de 60 nós

Essas chaves foram criadas empiricamente com a experiência de muitos anos orientando participantes do PROANTAR nas mais diversas atividades e condições, e analisando suas reações em relação ao tempo. Elas facilitam a interpretação das condições de maneira prática por pessoas não acostumadas ao jargão meteorológico e procuram orientar o usuário em seu planejamento de trabalho externo. Outra

vantagem dessas chaves está na sua facilidade de transmissão. Em muitos casos, quando o contato de fonia por rádio HF é impossível, recorremos ao já oficialmente extinto Código Morse, mas que consegue ser compreendido mesmo no meio da estática e ruídos, ou quando a propagação está péssima. Os usuários são treinados em Morse a decifrar apenas os números de 1 a 5, e recebendo o valor da chave, podem planejar suas atividades no dia seguinte.

A Meteoro-H24 também interage com a Meteorologia do navio da Marinha Brasileira, NapOc Ary Rongel, que com seus dois helicópteros tipo “Esquilo” faz apoio logístico ao PROANTAR. Por rádio de ondas curtas nossas informações e prognósticos são também repassados ao Navio, que por sua vez nos complementa com suas observações regulares, como uma estação avançada. O fato de agora termos acesso à internet, em muitos casos nos permite obter informações e análises meteorológicas não disponíveis no navio, como por exemplo, cartas de gelo e de ondas no mar.

Neste mesmo contexto, em muitas ocasiões fornecemos previsões a navios de outros programas antárticos. É o caso, por exemplo, do navio peruano Humboldt, que em suas comissões de verão nos solicita *briefings* e previsões para navegações até a Ilha Elefante - a mesma, onde quase um século atrás se desenvolveu a saga de Shackleton e o salvamento de seus homens.

O PROANTAR realiza pesquisas em geleiras e locais remotos da região da Península Antártica, onde os pesquisadores ficam acampados trinta dias ou mais; nestes casos, as previsões meteorológicas são as mais difíceis e de maior responsabilidade. Os glaciologistas realizam expedições em geleiras, acompanhados por alpinistas, estando sempre sujeitos à perda total de referências visuais e geográficas devido

ao *white-out*. Este fenômeno ótico resulta da reflexão múltipla de luz entre camadas de nuvens e a superfície coberta de neve ou gelo- ver Figura 3. Cabe a nós estimar tetos, visibilidades e condições gerais para que as expedições decidam seus deslocamentos. Aumentando a dificuldade da previsão acrescenta-se a falta de dados locais, desconhecimento da circulação local, e problemas de comunicação.



Figura 3: *White-out*. Equipe Meteoro sobe o Morro da Cruz para manutenção da AWS. Percebe-se a fusão do branco da neve com o do céu, não podendo se definir onde começa um e termina outro.



Figura 4: Nuvens lenticulares na Baía do Almirantado, indicativo de turbulência na atmosfera. Devido ao seu formato ovalado com bordas nítidas, tais nuvens às vezes são confundidas com "discos voadores".

Próximo às geleiras e à EACF fenômenos como o cisalhamento do vento (*wind shear*) são comuns, e por isso monitoramos remotamente os ventos em outra altitude (estação Morro da Cruz, a 267 m) e em superfície (EACF) para maior segurança dos

vôos em baixa altitude. Em janeiro de 2002, um helicóptero uruguaio Bell UH-1H enfrentou forte cisalhamento do vento em sua aproximação ao heliponto de Ferraz. Pelo menos três componentes de vento agiam na área: um, vindo das geleiras a norte; outro do mar a leste; e outro do Morro da Cruz a oeste. A aeronave balançou perigosamente a baixa altura abortando o pouso e retornando rapidamente a base uruguaia de Artigas.

Outra contribuição da Meteoro-H24 ao PROANTAR foi o desenvolvimento há dez anos dos Mini-Transmissores Remotos (MTR), para apoiar a segurança das equipes em trabalhos de campo. Para efeito de compreensão, eles são uma AWS em miniatura, com cerca de 01 quilo e 15 cm x 6 cm x 9 cm, e com baterias especiais para operar até 4 meses continuamente. Porém, ao invés de transmitir dados meteorológicos, enviam códigos pré-definidos, com até 144 opções, que informam o andamento da missão e necessidades de apoio. As informações são retransmitidas pelos satélites NOAA/sistema ARGOS durante suas passagens na região, e o raio de alcance é de 2.000 km. As recepções em tempo-real ocorrem na EACF e no Navio, duplicando a segurança no caso de necessidade. Em casos de destruição do acampamento e de suas antenas e transmissores de HF pelos ciclones, como ocorrido em fevereiro/1996 em *Vauréal Peak*, o MTR permitiu a solicitação de resgate do grupo isolado.

Também para apoio à helicópteros chilenos e uruguaios, a Meteoro-H24 presta ajuda ao fornecer na internet a cada 15 minutos as imagens de suas duas web-câmeras. Em uma delas está enquadrado o heliponto da EACF, permitindo acompanhar as condições locais de visibilidade no local do pouso; a outra, que mostra a Baía do Almirantado, apresenta as condições gerais para vôo na rota dos helicópteros. Os dados meteorológicos atuais da EACF também estão na internet para complementar este apoio. Eventualmente, elaboramos ainda previsões para outras estações de pesquisa na Ilha Rei George, como para a polonesa (*Arctowski*), peruana (*Machu Picchu*), e Uruguaia (Artigas), assim como mensagens METAR para os vôos de helicópteros chilenos e uruguaios que seguem para a EACF, mantendo a vigilância meteorológica exigida para os vôos.

Os dados meteorológicos gerados por nossas estações são importantes também para outros pesquisadores e projetos do PROANTAR. Os estudos da biologia dos peixes antárticos, como por exemplo, o coordenado pela Dra. E. Fanta, da UFPR, necessitam de dados de nebulosidade, duração da iluminação solar, temperatura, etc. Com essas informações complementares, é possível analisar a profundidade em que vivem os peixes e como utilizam seus órgãos sensoriais para encontrarem alimentos. Nas ciências da Terra, o projeto desenvolvido pela Dra. R.G. Ito, do Instituto Oceanográfico (IO) da Universidade de São Paulo (USP), avalia Carbonatos na Interface Ar-Mar e utiliza nossos dados de pressão, temperatura e ventos. A solubilidade do CO₂ é inversamente proporcional à temperatura da água, e desta maneira as temperaturas da água do mar e do ar informam os padrões de trocas gasosas. A pressão atmosférica permite avaliar a quantidade de CO₂ disponível para absorção, e o vento tem papel de agitador mecânico, ativando e mudando a camada de mistura de superfície do mar.

Projetos de pesquisa em ciências atmosféricas também utilizam dados e análises da Meteorologia H24. Como exemplo, temos medições de aerossóis e radônio dos Drs. E. Pereira, do CPTEC/INPE e H. Evangelista da Silva, da UERJ, e de ozônio troposférico dos Drs. V.W.J.H. Kirchhoff e N.P. Leme, do DGE/INPE, cujas variações resultam em grande parte da origem das massas de ar durante as amostragens. Trabalho inédito está sendo publicado relacionando as emissões das queimadas no centro da América do Sul com a contaminação de carbono detectada no ar e gelo da Ilha Rei George. Pesquisas do Núcleo de Pesquisas Antárticas e Climáticas da UFRGS, coordenado pelo Dr. J. Simões baseiam-se na série de dados da EACF para explicar a redução da calota de gelo em 56 km² entre 1956 e 2000 na Ilha Rei George, possivelmente devido ao aumento de 1,1°C nos últimos 50 anos.

3. CASOS INTERESSANTES

A Meteorologia Antártica possui particularidades próprias e diferentes de outras latitudes do globo,

que a torna para nós, habitantes dos trópicos, uma ciência desafiadora. Nuvens lenticulares são comuns no litoral antártico (Figura 4). A pressão ao nível do mar na região oscila em uma faixa considerável, de 100 hPa, e um ciclone organizado pode causar queda de 60hPa; tais valores são impensáveis em nossas latitudes. Uma mesma frente, por ter forma de espiral, em sua trajetória de W ou NW para E ou SE, pode afetar a região quatro vezes, sendo que as duas últimas vezes após a passagem do centro de baixa, já com a pressão em forte elevação e a frente entrando de “costas”. As Figuras 5 e 6 mostram casos de ciclones organizados afetando a região da EACF e a área de atuação do Proantar. No caso particular de 18/09/2004 (Figura 6), foi atingido o recorde absoluto de baixa pressão na série da EACF (938,7 hPa). Nesta ocasião, os ventos sustentados por mais de dez minutos foram de 29,7 m/s, ou seja, 57 nós ou 105 km/h; já as rajadas instantâneas chegaram a 171 km/h.

Comumente, as baixas e ciclones individuais estão associadas a aglomerados, ou “constelações” de baixas, e duas ou mais frentes por dia podem se suceder, durante alguns dias. A EACF está na região de fluxo preferencial da corrente de jato sub-polar, entre 50°S e 65°S, e é afetada diretamente com ventos fortes pela corrente sobre a área de interesse, e pela fase da onda da corrente. Quando o escoamento do jato é de NW as baixas e frentes se sucedem quase que diariamente na EACF; quando é de SW, apenas os ventos são intensos, e a ponto de impedir atividades externas. O escoamento superficial na região também tem suas peculiaridades, e cerca de pelo menos uma vez por mês ocorre a saída de ar frio pelo Mar de Weddell em direção ao norte com pressão baixa à superfície, o que afeta diretamente a EACF com nevoeiros, nevascas, temperaturas abaixo de zero e ventos de 40 nós. Estes fenômenos e as mudanças nas condições ambientais só conseguem ser compreendidos examinando-se as imagens de satélite, que permitem visualizar a circulação e os sistemas atuantes.

Alguns elementos criam situações de indefinição àqueles habituados com a meteorologia brasileira. Por exemplo, a classificação dos diversos tipos de neve nos é estranha: granular, água-neve, cristais de neve, chuva congelada; para nós neve é neve,

e distinguí-las requer aprendizado! E as chuvas? Como se mede uma chuva que em geral cai na horizontal devido aos fortes ventos associados, e que em muitos casos, apesar de intensa, resulta em valor registrado zero? Para esta situação, a conclusão é que ainda deverá ser inventado um aparelho para este tipo de condição e medição. Na região da EACF, a passagem das frentes classificadas como frias normalmente traz redução de temperatura de um ou dois graus, e em certos casos até aumento de temperatura. Obviamente, não se aplicam os conceitos de contraste de temperatura de 10 a 30 graus das frentes em nosso continente.

Próximo ao Estreito de Drake e Península Antártica existem formações ciclônicas de milhares de km com ventos acima de 100 km/h, mas que em questão de horas se dissipam. Essas formações colocam os meteorologistas antárticos em alerta máximo; mas quando se aproximam ventos fracos, apesar de quedas acentuadas da pressão, com alguns hpa por hora, todos começam a coçar a cabeça. Por outro lado, quedas da pressão entre 20 e 40 hPa/dia foram registradas na região, com ventos ultrapassando facilmente os 60 nós, por horas seguidas. Sistemas com ventos iguais ou superiores ao do evento “Catarina”, que em março/2004 atingiu a costa sul do Brasil, ocorrem em média cerca de 40 (quarenta!) vezes por ano na EACF, ver a Tabela 2 para a distribuição dos ventos na EACF.

Um fenômeno regional que afeta o norte da Península Antártica e a EACF foi denominado de “jato frio inercial de baixos níveis” na década de 1970, e constatado nas primeiras expedições do PROANTAR, em meados da década de 1980 pelo pioneiro da Meteorologia Antártica Brasileira, o Prof. R.J. Villela do IAG/USP. A circulação ciclônica no Mar de Weddell combinada com o efeito de barreira da Península, propicia a propagação no sudeste do Drake de massas ar com temperaturas muito abaixo da média, no sentido oeste-leste (e de sudoeste), revertendo a circulação superficial normalmente encontrada. Inúmeros outros fenômenos no continente Antártico o transformam em laboratório ideal para meteorologistas, como os intensos ventos de encosta, resultantes da forte camada de inversão térmica superficial, inclinada como nas frentes frias, sobre a massa continental. Outra característica notável é a inversão do sentido de rotação na baixa estratosfera para anti-horário (anti-ciclônico), apenas em dezembro e janeiro.

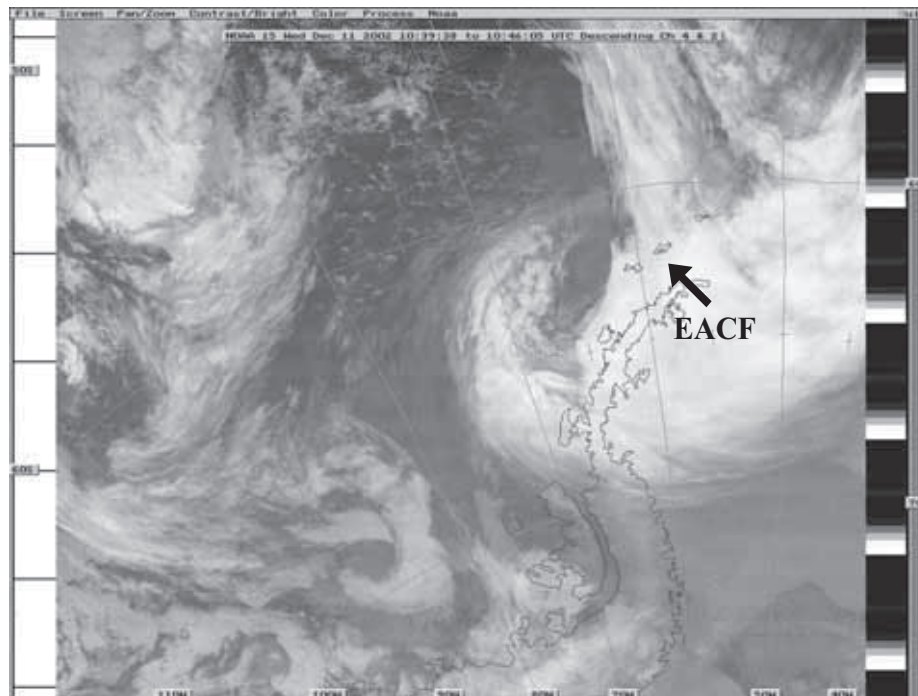


Figura 5: Ciclone com centro a oeste da EACF em 11/Dez/2002, que gerou a máxima rajada de vento registrada em um mês de dezembro, de 47,1 m/s (91 kt; 170 km/h), com a pressão de 972 hPa. Imagem NOAA 15/APT recebida na "Meteoro-H24".

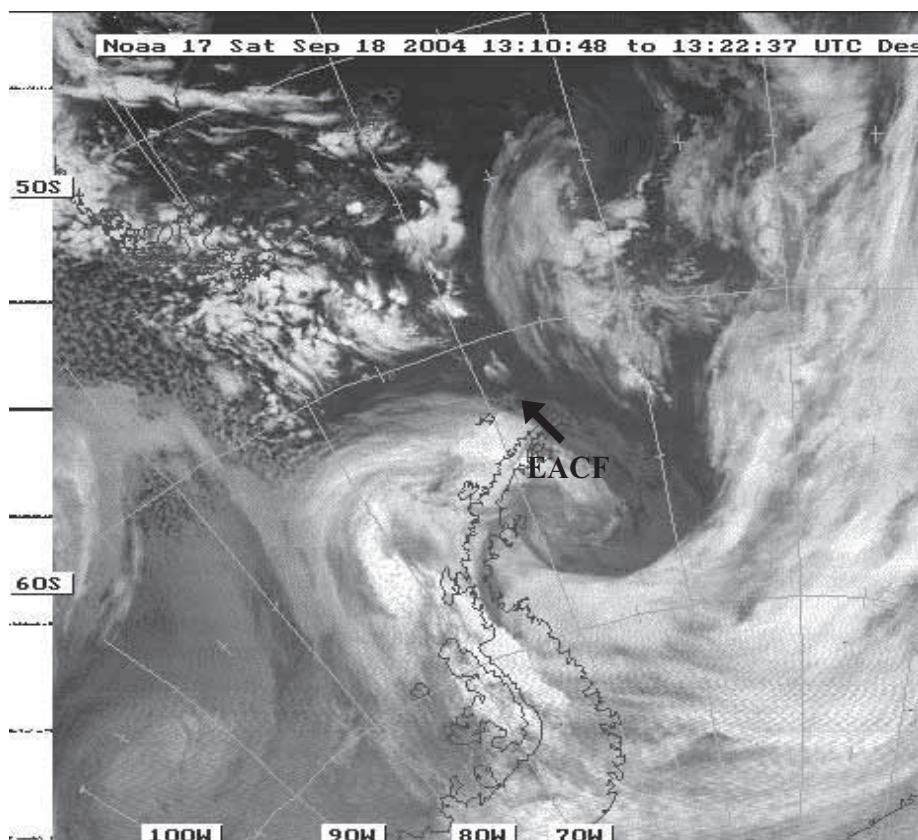


Figura 6: Ciclone que reduziu a pressão na EACF a 938,7 hPa e gerou ventos sustentados de 29,2 m/s (57 kt, 105 km/h) por duas horas, e rajada máxima de 47,5 m/s (92 kt, 171 km/h) em 18/Set/2004. Imagem NOAA 17/APT recebida na "Meteoro-H24".

Tabela 2: Distribuição anual de eventos e respectivas porcentagens (%) de ocorrência para a velocidade máxima diária dos ventos na EACF. A linha sombreada é a referência dos estimados no evento "Catarina" no sul do Brasil, em março/2004.

limite infer.		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
10 m/s	eventos	288	256	333	318	338	330	354	304	321	330	338
	%	83,2	51,5	91	87,1	92,9	90,4	97	83,3	87,9	90,4	92,3
15 m/s	eventos	156	188	267	201	253	245	285	218	223	245	262
	%	45,1	22,7	73	55,1	69,5	67,1	78,1	59,7	61,1	67,1	71,6
20 m/s	eventos	89	83	172	119	155	151	163	139	130	151	171
	%	25,7	12,3	47	32,6	42,6	41,4	44,7	38,1	35,6	41,4	46,7
25 m/s	eventos	29	45	112	67	76	82	93	74	67	82	103
	%	8,4	7,1	30,6	18,4	20,9	22,5	25,5	20,3	18,4	22,5	28,1
30 m/s	eventos	9	26	52	32	34	39	45	26	36	39	50
	%	2,6	1,4	14,2	8,8	9,3	10,7	12,3	7,1	9,9	10,7	13,7
35 m/s	eventos	2	5	16	9	7	15	14	10	15	15	21
	%	0,6	0,5	4,4	2,5	1,9	4,1	3,8	2,7	4,1	4,1	5,7
40 m/s	eventos	2	2	1	1	1	3	4	1	4	3	5
	%	0,6	0,5	0,3	0,3	0,3	0,8	1,1	0,3	1,1	0,8	1,4
45 m/s	eventos	0	0	1	0	0	2	0	0	1	2	2
	%	0	0	0,3	0	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5

Fonte: Projeto Meteorologia Antártica – CPTEC/INPE.

4. CARACTERÍSTICAS DA ILHA REI GEORGE

Todos imaginam a Antártica sempre branca, com temperaturas baixíssimas e extensas e espessas coberturas de gelo. Isso é correto para a maior parte do continente, porém, onde está a EACF, na Ilha Rei George, no setor sub-antártico de latitude de 62° S, temos pouca neve e muitas temperaturas positivas no verão, o que decepciona bastante os marinheiros de primeira viagem. Nos três meses de

um verão típico costumamos ter cerca de 15 dias de neve, temperaturas máximas de +6°C, mínimas de -1°C e ventos máximos de 60 nós. A Tabela 3 resume os dados da EACF desde 1986. As figuras 7 e 8 mostram, respectivamente, a evolução das temperaturas médias anuais e mensais, cabendo salientar a redução nos valores médios anuais que está sendo observada a partir do final da década passada.

Tabela 3: Dados médios anuais da EACF.

ano	t_md	t_md_min	t_md_max	t_min_abs	t_max_abs	vel_vto	raj_d_max	pressao	pres_min	pres_max	ano
1986	-3,3	-5,4	-0,2	-25,0	9,6	4,8	41,6	985,7	951,1	1016,0	1986
1987	-3,0	-5,5	-0,4	-27,0	6,4	5,4	49,0	985,7	952,7	1028,0	1987
1988	-1,7	-4,6	1,2	-25,9	4,0	5,7	25,5	991,0	959,3	1020,7	1988
1989	0,0	-2,2	2,1	-15,3	3,7	6,3	x	989,4	951,9	1019,5	1989
1990	-2,1	-4,5	0,2	-22,2	7,5	6,0	33,8	988,6	953,4	1027,3	1990
1991	-2,7	-5,8	-0,7	-28,5	7,5	6,1	32,4	985,9	950,0	1020,0	1991
1992	-2,4	-5,0	-0,3	-27,0	9,0	6,4	45,0	992,2	950,0	1023,4	1992
1993	-1,3	-2,9	0,5	-16,5	8,0	6,5	33,8	989,8	951,9	1022,9	1993
1994	-1,9	-4,3	1,0	-23,5	9,4	6,3	40,9	991,3	958,4	1020,2	1994
1995	-2,7	-5,2	-0,1	-27,7	10,3	6,5	40,7	990,8	947,7	1019,7	1995
1996	-0,9	-3,2	2,2	-15,6	10,7	6,6	45,4	989,6	953,9	1030,9	1996
1997	-2,1	-5,1	1,3	-23,1	11,2	5,6	40,7	993,5	955,2	1022,0	1997
1998	-1,5	-5,2	2,6	-25,0	14,4	6,0	41,0	990,1	953,8	1020,5	1998
1999	-0,7	-3,0	1,2	-16,3	14,9	6,5	44,3	990,1	943,8	1023,9	1999
2000	-1,2	-3,2	0,8	-18,9	11,7	5,7	44,9	995,6	956,9	1037,4	2000
2001	-1,2	-3,5	0,8	-17,8	9,1	6,6	45,8	991,4	953,3	1027,5	2001
2002	-2,4	-4,4	-0,1	-20,6	10,1	5,9	47,1	993,4	953,0	1024,7	2002
2003	-1,5	-3,5	0,7	-17,6	10,3	6,1	47,0	991,9	950,9	1026,8	2003
2004	-1,0	-3,1	1,3	-15,9	12,9	6,2	47,5	991,8	938,7	1026,6	2004
média	-1,8	-4,2	0,8	-28,5	14,9	5,9	49,0	990,4	938,7	1037,4	média
dp	3,5	4,0	3,4	x	X	1,2	x	5,9	x	x	dp

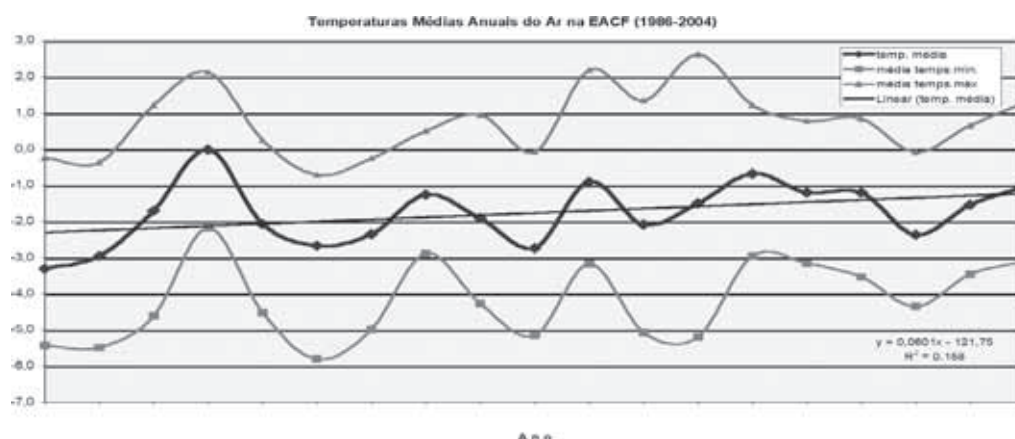


Figura 7: Variação das temperaturas médias anuais (das máximas, das médias e das mínimas) na EACF. Notar a existência de um padrão cíclico, com período entre quatro e cinco anos. (Fonte: Projeto Meteorologia Antártica – CPTEC/INPE).

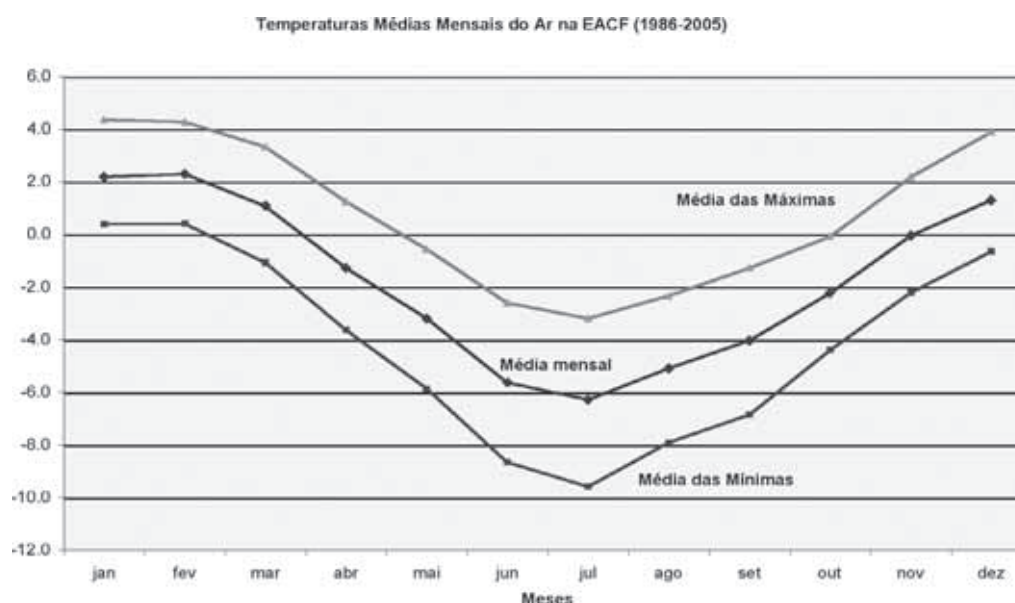


Figura 8. Ciclo da variação das temperaturas médias mensais na EACF ao longo do ano.

4. AGRADECIMENTOS

Ao PROANTAR, pelo apoio contínuo junto à Secretaria Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); ao Ministério do Meio Ambiente (MMA); à “Rede I” pela atuação nos dois últimos anos; CPTEC e ao INPE, pelo apoio institucional; ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT); às bolsas CNPq APQ-305113/2002-0 e MCT DTI-381179/03-6; às equipes “Meteoro-H24” e à Marilene A. da Silva pela atuação incansável nestes 20 anos.

5. BIBLIOGRAFIA PARA CONSULTA

Ampla lista de referências relacionadas e decorrentes do trabalho de 20 anos da “Meteoro-H24” é encontrada na páginas internet http://www.cptec.inpe.br/prod_antartica/pdf/public_proj.pdf assim como dados em tempo-real em http://www.cptec.inpe.br/prod_antartica/telalogger/telalogger.html e resumos mensais e anuais em http://www.cptec.inpe.br/prod_antartica/data/resumos/climatoleacf.xls Para descrição geral do trabalho e imagens web-câmera em tempo-real, ver a página principal do Projeto em <http://www.cptec.inpe.br/antartica/>.