

# **Estudo das variáveis meteorológicas médias na região da Estação Brasileira na Antártica (EACF)**

Relatório final de Atividades de Pesquisa de Iniciação Científica

**Aluno: José Paulo de Oliveira Flores**

Número USP: 8011900

e-mail: [jose.flores@usp.br](mailto:jose.flores@usp.br)

Orientador: Dra. Jacyra Soares

e-mail: [jacyra@usp.br](mailto:jacyra@usp.br)

Departamento de Ciências Atmosféricas – ACA  
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências atmosférica – IAG  
Universidade de São Paulo – USP

Período: Março a Julho 2014

Bolsa CNPq (PIBIC): 105527/2014-9

## Índice

<b>1. Introdução</b>	<b>02</b>
<b>2. Objetivo</b>	<b>03</b>
<b>3. Região de estudo e dados utilizados</b>	<b>03</b>
<b>4. Metodologia</b>	<b>04</b>
<b>5. Resultados</b>	<b>04</b>
<b>5.1 Temperatura do ar</b>	<b>04</b>
<b>5.2 Temperatura do ponto de orvalho</b>	<b>05</b>
<b>5.3 Umidade Relativa</b>	<b>06</b>
<b>5.4 Temperatura da superfície</b>	<b>07</b>
<b>5.5 Velocidade do vento</b>	<b>08</b>
<b>5.6 Pressão atmosférica</b>	<b>09</b>
<b>6. Conclusões</b>	<b>10</b>
<b>7. Referências Bibliográficas</b>	<b>11</b>

## 1. Introdução

A região Antártica, por ser parte integrante e essencial do sistema ambiental global, não só exporta sinais climáticos afetando o clima global, mas também importa os sinais climáticos globais, sofrendo suas consequências (Setzer and Kayano, 2009). As regiões sul e sudeste do Brasil são as que mais recebem influências do clima antártico com a entrada de massas de ar polar ou sub-polar provenientes do mar congelado de Weddell, do mar de Bellingshausen ou em alguns casos, diretamente do continente antártico; esta condição é conhecida como "Polar Outbreak" ou "Erupção Polar" em tradução livre. (Romão et al., 2009).

O monitoramento dos sistemas terrestres, marinhos e atmosféricos é fundamental para detectar e compreender mudanças climáticas e ambientais. A coleta de dados continuamente com qualidade controlada e a longo prazo é essencial para a detectar a variação dessas mudanças. Para se ter uma compreensão global integrada, é necessária uma rede abrangente de sistemas de monitoramento e observação (Setzer and Kayano, 2009).

Em fevereiro de 2011 iniciou-se o projeto “Estudo da Turbulência na Antártica (ETA)”, o qual faz parte do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártico de Pesquisas Ambientais (INCT-APA), coordenado pela Professora Dra Jacyra Soares, onde se pretende coletar dados meteorológicos, em alta e baixa frequências (Codato et al., 2013).

A pesquisa científica realizada nas regiões polares tem tido grande valor no entendimento das implicações das mudanças ambientais percebidas nessas regiões e sua importância ambiental e econômica. Utilizando séries temporais longas, as medidas de incerteza nos modelos de previsão diminuem, além disso, elas proporcionam traçar um perfil meteorológico mais acurado e preciso, podendo, futuramente, ser usada para tomada de decisões.

A Base Brasileira Antártica Comandante Ferraz (EACF) (Figura 1) é uma base antártica brasileira localizada na ilha do Rei George. A base começou a operar em 6 de fevereiro de 1984. Dispondo de todas as instalações necessárias, ela desempenha um papel importante na coleta de dados meteorológicos.



Figura 1- Base Brasileira Antártica Comandante Ferraz (EACF).

## 2. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é fazer uma caracterização meteorológica média da região da Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz, EACF (62°05' S, 058°23' W) utilizando dados observados *in situ*.

Objetivos específicos:

- Aprender a linguagem de programação Fortran.
- Aprender a usar ferramentas estatísticas como o Origin.
- Realizar o tratamento dos dados.

## 3. Região de estudo e dados utilizados

A região investigada (Figura 2) possui uma variabilidade climática anual e interanual maior que as outras regiões de baixas e médias latitudes (Lindemann et al., 2010). Sendo o continente mais frio do planeta, a coleta de dados para análise e estudos são importantes para a compreensão climatológica da mesma. Para isso, projetos como o “Meteorologia na EACF”, realizam coleta de dados *in situ* que são usados posteriormente para estudos sobre a Antártica.



Figura 2-Região de estudo.

Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos pelo projeto “Meteorologia na EACF” (<http://antartica.cptec.inpe.br/>). Utilizou-se dados horários de temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, temperatura da superfície, temperatura do ponto de orvalho e velocidade do vento coletados durante o ano de 2010.

## 4. Metodologia

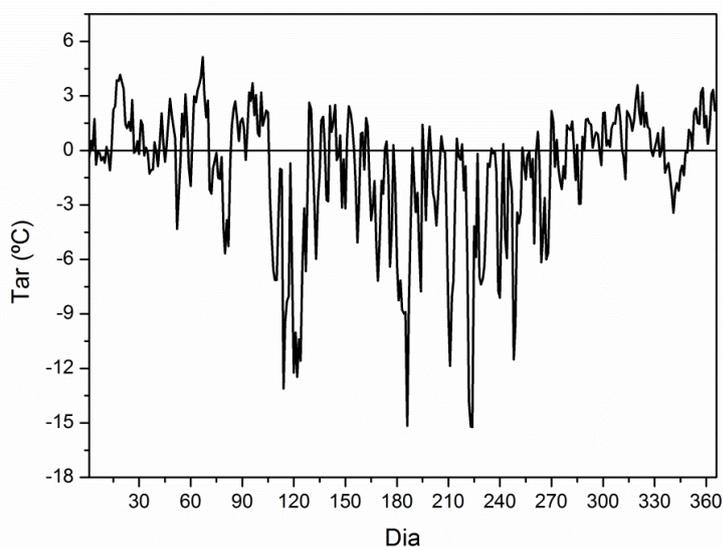
A partir dos dados meteorológicos coletados pelo projeto, foi feito um tratamento dos dados para retirar os dados com valores fora da escala de variação possível de cada variável meteorológica. Após o tratamento dos dados foram feitos programas em linguagem Fortran (em anexo) para calcular as médias diárias dos dados horários a fim de compreender a meteorologia da região. O programa lê um arquivo contendo os dados horários e gera as médias diária e mensal para o ano de 2010. Foram feitos gráficos e histogramas dos dados médios diários e mensais com a utilização do programa Origin para auxiliar a visualização da distribuição temporal das variáveis e assim compreender melhor o comportamento das variáveis meteorológicas na região da Base Brasileira na Antártica.

## 5. Resultados

A seguir serão discutidos os principais resultados deste trabalho.

### 5.1-Temperatura do ar

Os dados coletados de temperatura do ar (Tar) mostrados na figura 3 possibilitam dizer que as temperaturas dos dias 90 ao 300 permanecem abaixo de 0°C. Com baixas de até -15°C nos dias 186 e 224 e pico máximo de 5,1°C no dia 67 nos meses de verão.



**Figura 3** - Variação temporal da temperatura do ar (°C) média diária durante o ano de 2010.

De acordo com a figura 4, observa-se que houveram 298 casos de temperaturas entre -4 e 4 °C.

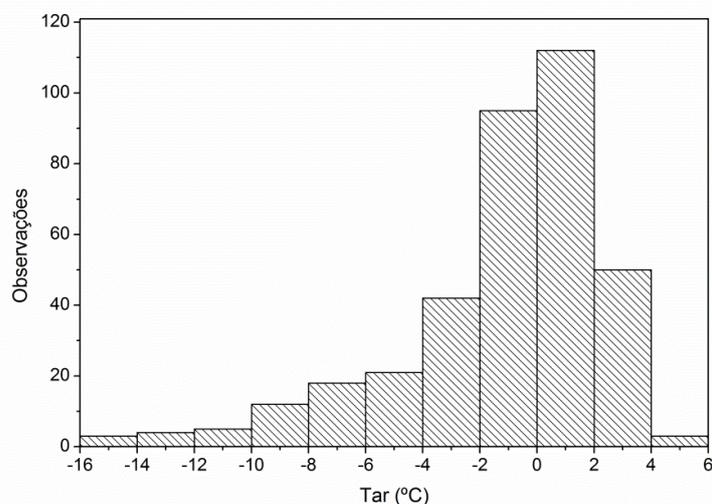


Figura 4- Histograma da temperatura do ar (°C) média diária durante o ano de 2010. Número total de observações: 365.

### 5.2-Temperatura do ponto de orvalho

A temperatura do ponto de orvalho (Td) é a temperatura a qual o ar ou gás deve ser resfriado para que se inicie a condensação da água. As médias de Td estão desde o dia 90 ao final do ano com a maioria das (apesar de quantificar os dias, eu quero expressar que as temperaturas estão em grande parte abaixo de zero) temperaturas abaixo de 0 °C como visto pela figura 5. Com máximos podendo chegar até 4,7 °C observados durante o período de verão e mínimos atingindo valores abaixo de -15 °C no período de inverno.

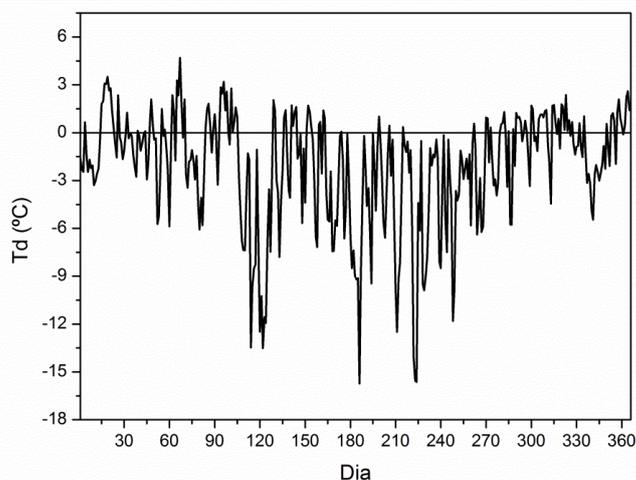


Figura 5- Variação temporal da temperatura do ponto de orvalho (°C) média diária durante o ano de 2010.

Houveram 241 casos em que a temperatura ficou abaixo dos 0 °C, ou seja, mais da metade das observações de temperatura do ponto de orvalho estão com valores negativos, como mostra a figura 6.

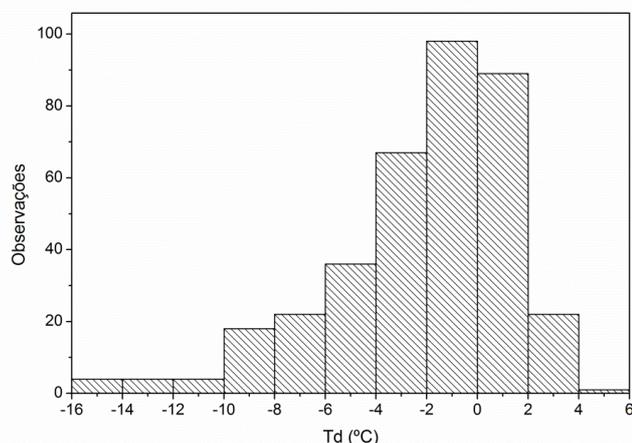


Figura 6- Histograma da temperatura do ponto de orvalho (°C) média diária durante o ano de 2010.

Número total de observações: 365

### 5.3-Umidade Relativa (UR)

Por umidade relativa entende-se a relação entre a pressão de vapor do ar (medida em Pascal) e a pressão de vapor do ar obtida em condições de equilíbrio ou saturação sobre uma superfície de água líquida ou gelo. Pode se dizer que umidade relativa do ar é a relação entre a quantidade de água existente no ar (umidade absoluta) e a quantidade máxima que poderia haver na mesma temperatura (ponto de saturação). Para os dados medidos na Base da Antártica, os valores são altos. Com 184 casos entre 90 e 100% como visto na figura 7.

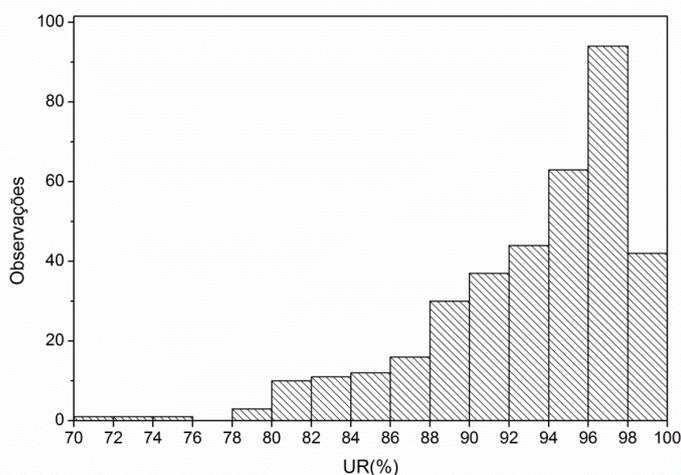


Figura 7 – Histograma da umidade relativa do ar (%) média diária durante o ano de 2010.

Número total de observações: 365.

A distribuição temporal das médias horárias da umidade relativa permanece com valores entre 80 e 100%. Como visto na figura 8, houveram poucos dias que a umidade relativa ficou abaixo de 80%. No dia 64, foram registrados valores horários bem abaixo do esperado, que resultou com uma média diária de 71% a menor de todo o período.

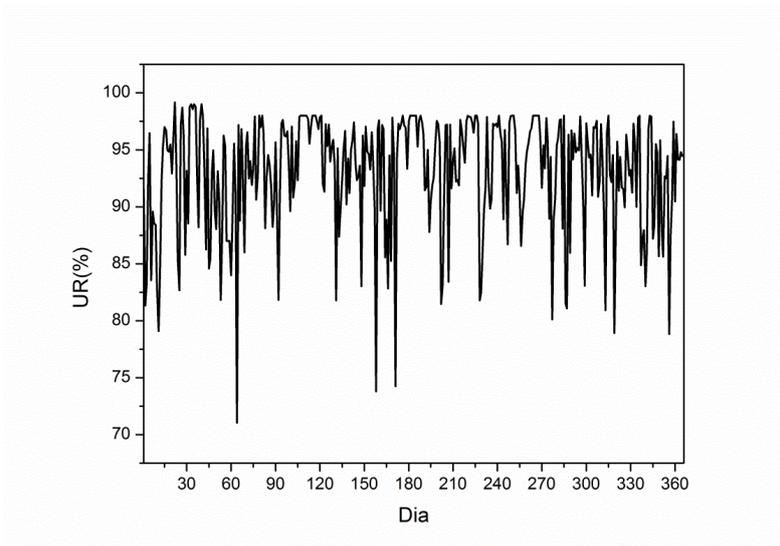


Figura 8- Umidade relativa do ar (%) média diária durante o ano de 2010.

#### 5.4-Temperatura da superfície

A temperatura da superfície medida na Base da Antártica pode variar muito. No período de verão, por exemplo, vê-se que a temperatura do ar pode atingir valores máximos em torno de 5,1 °C assim como nos períodos de inverno as temperaturas podem atingir até -15 °C (Figura 1). No entanto, a variação temporal da temperatura da superfície apresenta valores máximos em torno de 8,6 °C no período de verão e mínimo de -11,48 °C no inverno.

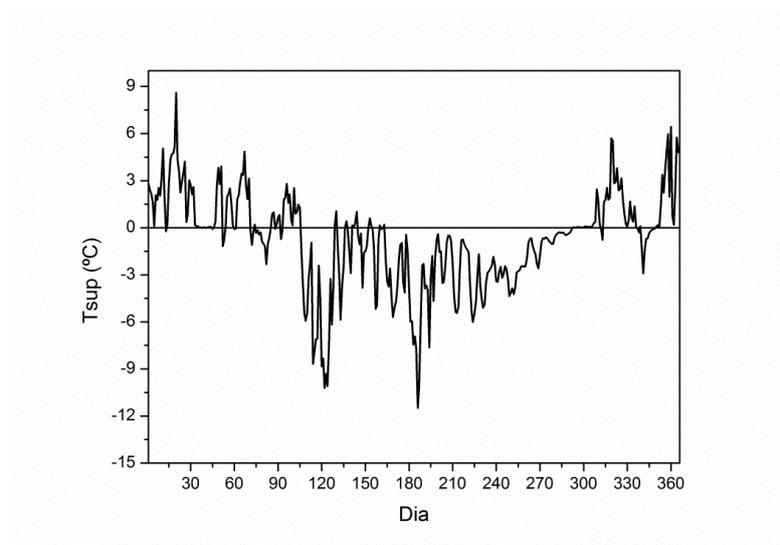


Figura 9- Variação temporal da temperatura da superfície (°C) média diária durante o ano de 2010.

Número total de observações: 365.

Diferente da temperatura do ar, a temperatura da superfície se comporta de forma mais distribuída. Observando o histograma (Figura 10) dessas médias vê-se que 300 observações estão entre um intervalo de -4 a 4 °C.

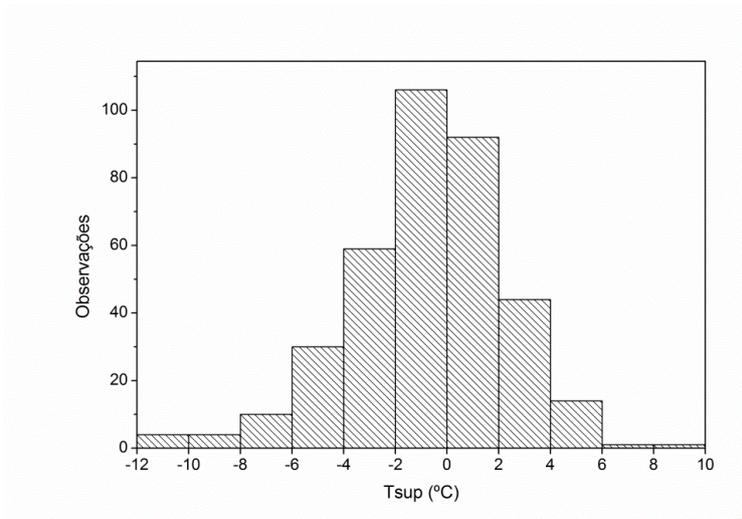


Figura 10- Histograma da temperatura da superfície (°C) média diária durante o ano de 2010. Número total de observações: 365.

### 5.5-Velocidade do vento

A velocidade do vento permaneceu com valores médios entre 5 e 12 m/s em 279 observações como visto na Figura 11. No entanto houve casos em que a velocidade aumentou sua intensidade significativamente, tal fenômeno é denominado rajada.

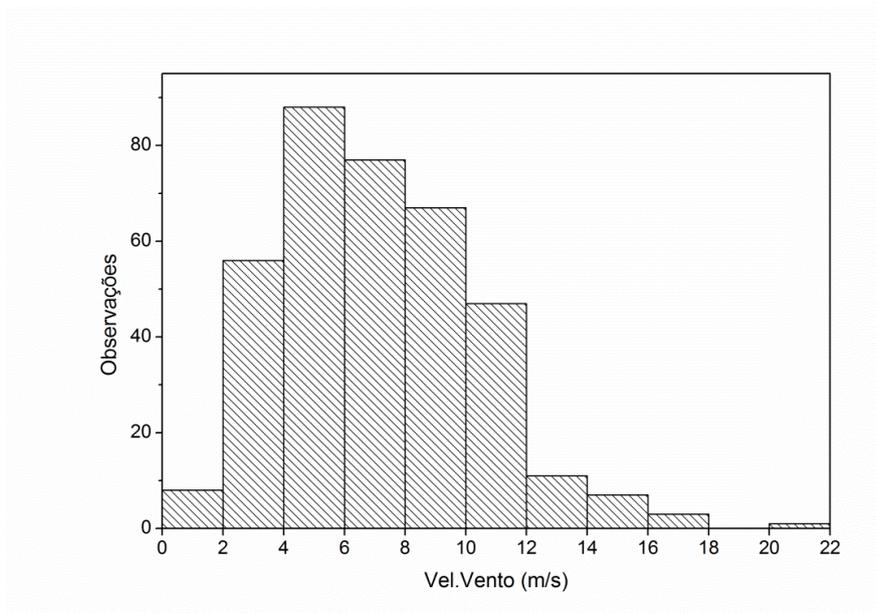


Figura 11- Histograma da velocidade do vento (m/s) média diária durante o ano de 2010. Número total de observações: 365.

Essas rajadas de vento chegaram a atingir valores superiores a 12m/s e conseguiu atingir no dia 148 valor maior que 20 m/s conforme mostra a figura 12.

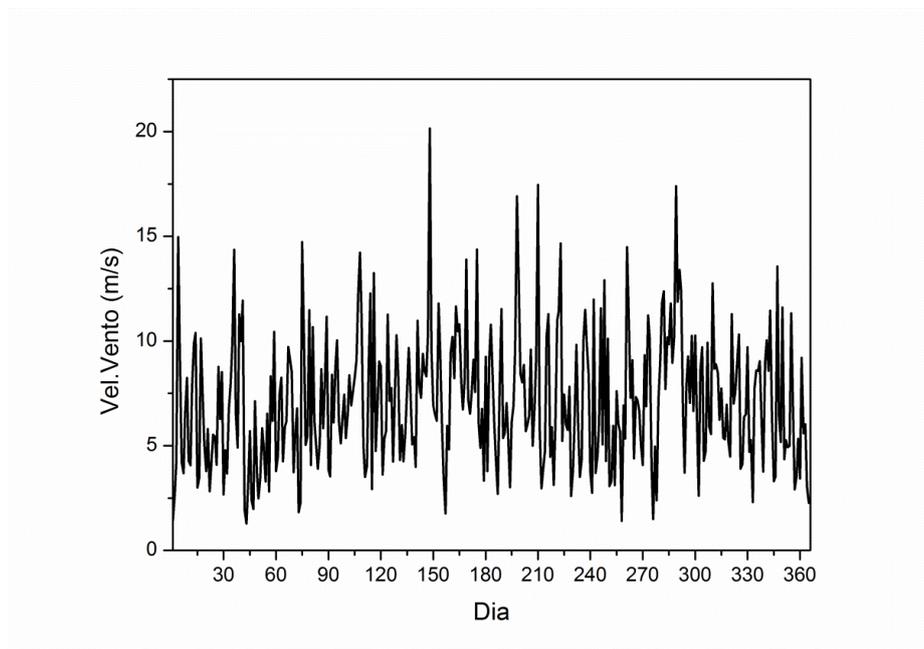


Figura 12- Variação temporal da velocidade do vento (m/s) média diária durante o ano de 2010.

### 5.6-Pressão atmosférica

A pressão atmosférica apresenta máximo de 1010hPa e mínimo de 964hPa no período de verão. No inverno, ocorreu um máximo de 1026hPa no dia 230, sendo a maior média horária registrada na série temporal (Figura 13).

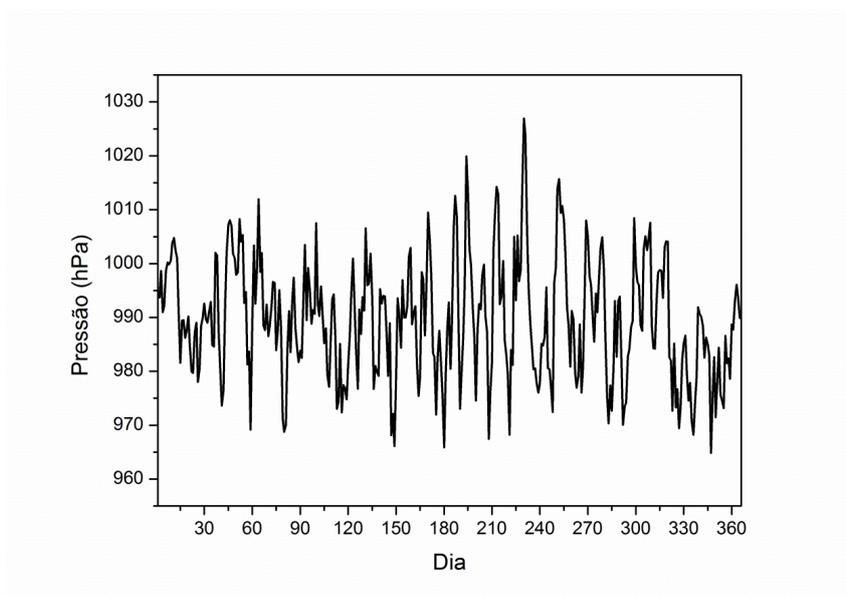


Figura13- Variação temporal da pressão atmosférica média diária (hPa) durante o ano de 2010.

Esses valores possuem maiores incidências nos intervalos de 980 a 1005 hPa com pequenos casos acima de 1020 hPa assim como mostra a figura 14.

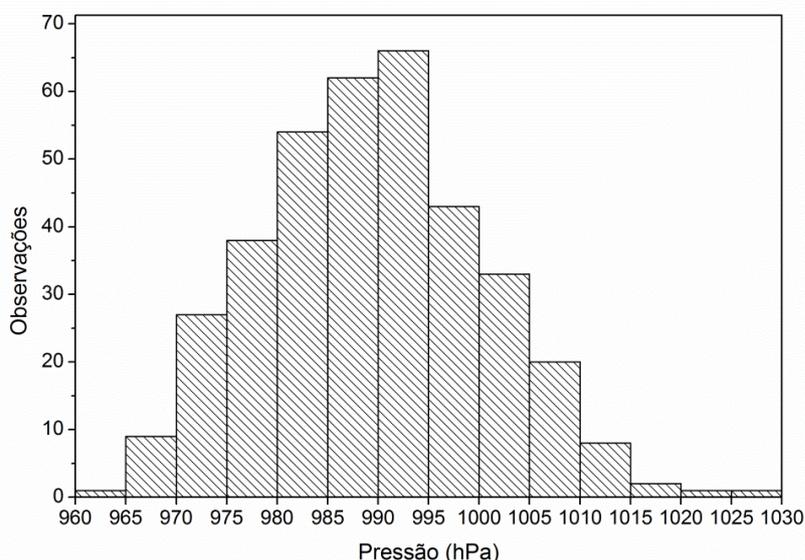


Figura 14- Histograma da pressão atmosférica (hPa) média diária durante o ano de 2010. Número total de observações: 365.

## 6. Conclusões

Neste trabalho foi discutido o estudo das variáveis meteorológicas na Base Brasileira da Antártica (EACF) do ano de 2010 com dados coletados *in situ* e como elas se comportam durante esse período.

Nos períodos de verão, as temperaturas tendem a subir, com máximos de até 5°C para a temperatura do ar e do ponto de orvalho e até 9°C para a temperatura de superfície, no entanto na maior parte do tempo os valores são negativos principalmente na época de inverno.

A região Antártica possui valores de umidade relativa do ar altos. Com análises feitas por King e Anderson (1999), a coleta de dados precisos de umidade atmosférica é problemática devido à imprecisão dos instrumentos em condições adversas, que ocorrem na Antártica. A região possui 357 valores distribuídos entre 80 e 100%, no entanto, 278 casos estão entre 90 e 100%.

O vento é influenciado pela topografia da região e, particularmente no local da EACF, a velocidade média do vento é menor devido à presença de uma colina, com altura entre 250 m e 330 m, situada a oeste da região (Ruman, 2013). A região não apresenta velocidades do vento muito altas, com médias que variam entre 5 e 10 m/s e picos de rajadas que podem atingir até 20 m/s caracterizam o período estudado.

Com 342 valores observados entre 970 e 1010hPa a pressão atmosférica possui valor máximo de 1026hPa no período de inverno e valor mínimo de 964 no período de verão.

## 7. Referências

- Codato, G.; Soares, J.; Oliveira, A.P.; Targino, A.C.L.; Ruman, C.J., 2013: Observational Campaigns of the Project Study of Turbulence in Antarctica. INCT-APA. *Annual Activity Report*, **1**, 20-23.
- King, J.C. and P.S. Anderson, 1999: A humidity climatology for Halley, Antarctic, based on frost-point hygrometer measurements, *Antarctic Science*, **11(1)**: 100-104.
- Lindemann, D.; Freitas, R.A.; Rodrigues, J.; Justino, J., 2010: Análise temporal da temperatura do ar na Antártica—Comparação entre estações automáticas e reanálises do NCEP. XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belém, PA. Anais, CD-ROM, trabalho 305\_31279, **5**, 13-17.
- Romão, M.O.; Setzer, A., 2009: Alertas de avanço de massa de ar da Antártica em direção ao Brasil. Programa e Resumos, XVII Simpósio Brasileiro sobre Pesquisa Antártica, IG-USP, 115-117.
- Ruman C.J. 2013: Caracterização do verão e inverno na região da Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz. *Relatório final de iniciação científica*. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências atmosféricas da USP.
- Setzer, A.W.; Kayano, M., 2009: Reanálises para altas latitudes no Hemisfério Sul: uma fonte de interpretações errôneas. *Revista Brasileira de Meteorologia*, **1**.
- Setzer, A., Kayano, M., 2009: Limitações das reanálises para altas latitudes no Hemisfério Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, **24(3)**, 254-261.