

VARIAÇÃO DO FLUXO DE ENERGIA EM UMA ESTAÇÃO ANTÁRTICA

Regina Célia dos Santos, Plínio Carlos Alvalá e Yelisetty
Viswanadham

Instituto de Pesquisas Espaciais
C.P. 515, 12.201 São José dos Campos - SP

RESUMO: As regiões antárticas desempenham um importante papel no clima global. Determinar os vários fluxos em tais áreas faz-se necessário. Resultados preliminares dos fluxos de calor sensível (Q_s) na Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz ($62^{\circ}05'08''S$, $58^{\circ}23'37''W$) foram obtidos usando conjunto de dados medidos de vento e temperatura no inverno e verão. Os resultados mostram diminuição de Q_s em dias nublados. Observa-se também que a variação de Q_s , dia a dia, não é sistemática.

1. Introdução

O Continente Antártico cobre latitudes de $90^{\circ}S$ a $60^{\circ}S$, em todas as longitudes, e por suas características únicas, influencia significativamente o tempo e o clima no Hemisfério Sul. A radiação solar é a componente mais importante no balanço de energia da superfície. O gelo modifica o clima antártico, pois reflete a radiação solar e impede a troca de calor latente e sensível entre o oceano e a atmosfera (Weller, 1986). Medidas em algumas estações do platô (Weller, 1980) mostram balanços negativos de energia e comparações com estações costeiras indicam que as trocas de energia são mais intensas na costa do que no interior da Antártica. Desta forma, a principal fonte de calor global encontra-se nas camadas mais altas da atmosfera antártica. Como esta região desempenha papel importante no clima global, este estudo avalia o fluxo de calor sensível (Q_s) na Estação Antártica obtido usando conjunto de dados medidos de vento e temperatura, e ilustra a variabilidade desta componente do balanço de radiação em situações distintas, isto é, dias de verão e inverno durante o ano de 1989.

2. Dados e Métodos

As estimativas de calor sensível baseiam-se em informações obtidas na Estação Antártica Comandante Ferraz ($62^{\circ}05'08''S$, $58^{\circ}23'37''W$ e altitude 16,5 m). Para os cálculos utilizou-se dados horários de temperatura obtidos no abrigo meteorológico e na superfície, bem como dados de vento. Para caracterizar as

situações distintas considerou-se dois dias de verão, 06/02/89 (totalmente claro) e 25/02/89 (dia com tempestade) e os dias de inverno: 12/06/89, dia claro e 17/07/89, um dia com neve úmida.

A equação aerodinâmica volumétrica utilizada para o cálculo do fluxo turbulento de calor sensível (Malkus, 1962) é:

$$Q_s = \rho C_p C_H U (T_{sup} - T_{ar})$$

onde ρ é a massa específica do ar ($1,4 \text{ kg m}^{-3}$), C_p é o calor específico do ar ($10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ C}^{-1}$), C_H é o coeficiente de transferência para calor sensível, U é a velocidade do vento (m s^{-1}), T_{sup} é a temperatura da superfície ($^{\circ}\text{C}$) e T_{ar} é a temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$). O coeficiente de transferência variou de acordo com a estabilidade atmosférica. Sob condições instáveis o coeficiente para C_H é $1,2 \times 10^{-3}$, enquanto que em condições estáveis ($T_{sup} < T_{ar}$ e $U < 4 \text{ m s}^{-1}$) utilizou-se $C_H = 0,85 \times 10^{-3}$. A validade do método aerodinâmico tem sido comprovada em estudos de fluxo de calor oceano/atmosfera (Walker e Mey, 1988), bem como na Antártica (Wendler e André, 1986).

No primeiro dia estudado, o vento foi observado à altura de 10 m, enquanto que nos restantes as observações (direção e velocidade) foram efetuadas à altura de 1,80 m. As temperaturas foram medidas através de um termómetro padrão FUESS (modelo 3264) na superfície, e no abrigo utilizou-se um termómetro padrão WEATHERMEASURE (modelo 4411). As medidas representam a variação espacial com acurácia de $0,01 \text{ }^{\circ}\text{C}$ para os termómetros de bulbo seco e úmido. O vento em 10 m foi medido por um anemómetro HOBECO (modelo AH-1111/1121) e, em 1,80 m, por um anemómetro totalizador SIAP (modelo AM 9). A acurácia dos anemómetros (HOBECO e SIAP) é $0,25 \text{ m s}^{-1}$ e $0,50 \text{ m s}^{-1}$, respectivamente.

3. Resultados

Os vários parâmetros meteorológicos para os dias de verão (06/02/89 e 25/02/89) estão representados nas Figs. 1a,h. Verifica-se, no primeiro dia, que os ventos predominantes são de sudoeste, e as temperaturas mínimas são encontradas nas primeiras horas da manhã. A temperatura máxima ocorreu às 19 h TMG e, a seguir, ela diminui simultaneamente com o vento. Esta diminuição da intensidade do vento é explicada pela teoria do

vento geostrófico, ou seja, com o aumento da pressão ocorre diminuição do vento, conforme se observa nas Figs 1a e 1f. O fluxo de calor sensível, Q_s , (Fig. 1g) tal como as temperaturas (Fig. 1c), é mais ou menos constante pela manhã, atinge um valor mínimo às 11 h e o máximo às 18 h, coincidindo portanto com a máxima velocidade do vento. Embora este dia tenha sido totalmente claro, observa-se que durante 12 horas Q_s foi negativo. No dia com tempestade (25/02/89) há queda na pressão a partir das 12 h (Fig. 1b) e baixas amplitudes de T_{sup} ($1,1\text{ }^\circ\text{C}$) e T_{ar} ($1,3\text{ }^\circ\text{C}$) (Fig. 1d). A temperatura máxima foi idêntica àquela encontrada no dia anterior ($4,8\text{ }^\circ\text{C}$) e difere pouco de T_{sup} . Observa-se na Fig. 1f que a direção do vento é, durante quase todo o dia, de norte, com amplitude superior àquela encontrada no dia anterior. Neste dia, o vento foi observado à altura de 1,80 m e, entre as 18 e as 21 h, observou-se vento do setor oeste. Com relação a Q_s (Fig. 1h) notam-se maiores flutuações horárias, com valores mínimo às 12 h e máximo às 16 h.

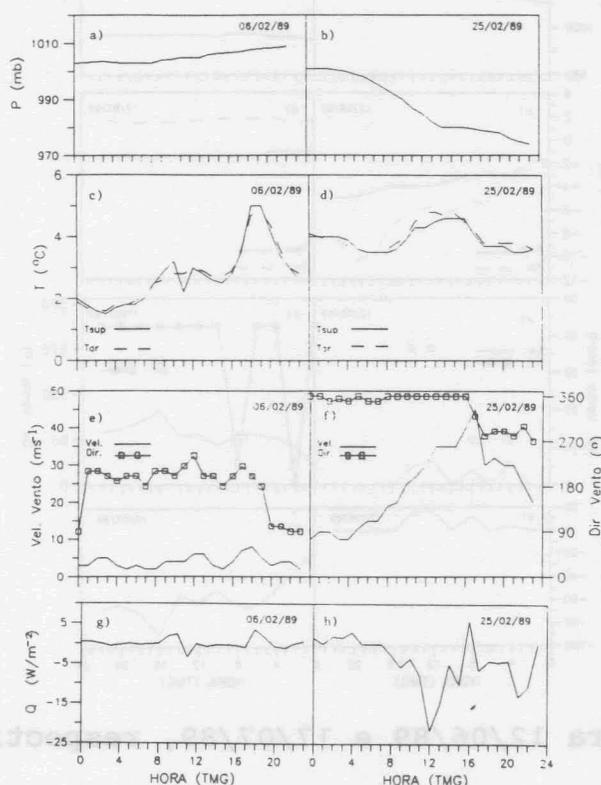


Fig. 1 - Variação diária na Estação Antártica Cmte. Ferraz da: pressão à superfície (a, b); temperaturas da superfície e do ar (c, d); velocidade e direção do vento (e, f) e fluxo de calor sensível (g, h) em 06/02/89 e 25/02/89, respectivamente.

No período de inverno (Figs. 2a,h) foram observados um dia de céu claro e limpo (12/06/89) e um dia nublado, com chuviscos e neve úmida (17/07/89). No primeiro dia, verificam-se variações consideráveis na pressão (Fig.2a) e na temperatura do ar (Fig.2c), contrapondo-se com a calma do vento que apresenta picos na sua velocidade (Fig.2c). Q_s , por sua vez, é influenciado por essa calma e da mesma forma apresenta picos, com um valor médio de 4 Wm^{-2} , indicando um transporte de calor da superfície para a atmosfera. Em contraste, no dia nublado não houve variações na pressão (Fig.2b) e nas temperaturas do ar e da superfície (Fig.2d); entretanto, há bruscas oscilações na direção do vento (Fig.2f) com amplitude de 15 ms^{-1} . Quanto a Q_s (Fig.2h), a flutuação é grande e os valores extremos são um tanto discrepantes; sua média diária é $\sim -58 \text{ Wm}^{-2}$ (transporte de calor sensível da atmosfera para a superfície).

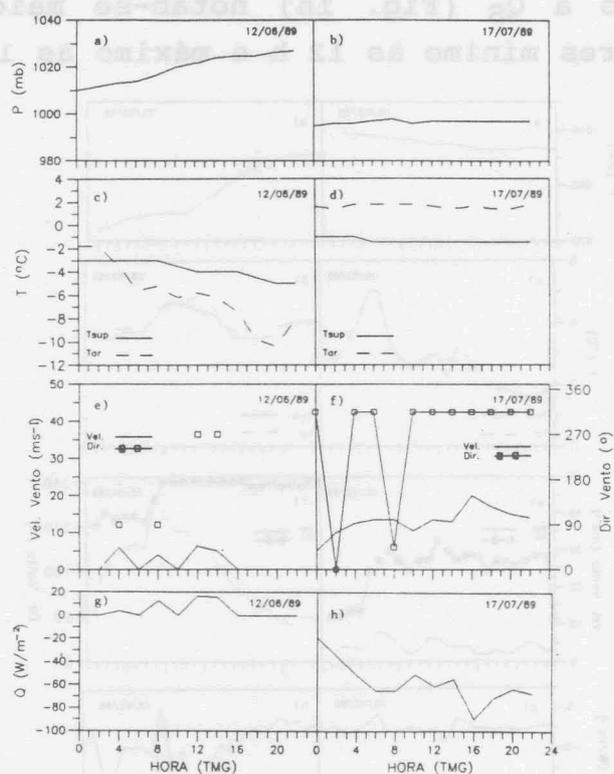


Fig. 2 - Idem para 12/06/89 e 17/07/89, respectivamente.

A Tabela 1 sumariza os fluxos médios de Q_s nos dias estudados onde mostrando a diminuição considerável de Q_s em dias de nebulosidade, enquanto nos dias de céu claro, Q_s é positivo, indicando que a superfície ganha calor da atmosfera, ou seja,