

# ESTIMATIVA DO FLUXO DE CALOR SENSÍVEL PARA A ESTAÇÃO AGROMETEOROLÓGICA DA ILHA DO FUNDÃO DURANTE UM DIA TÍPICO DE VERAO

Ana Cristina Pinto de ALMEIDA<sup>1</sup>, Celia Maria PAIVA<sup>2</sup>

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo estudar o comportamento do fluxo de calor sensível nos solos nu e vegetado durante experimento realizado na estação agrometeorológica da UFRJ localizada na Ilha do Fundão, para o dia 19 de janeiro de 1999, caracterizado como um dia típico de verão. O fluxo de calor sensível foi estimado pela equação segundo Monteith, 1963. Os resultados foram comparados com os dados climatológicos do NCEP/NCAR, tendo comportamento coerente do ponto de vista qualitativo. Quantitativamente não foi possível compará-los com dados medidos *In Situ* por falta de instrumental.

**PALAVRAS-CHAVE:** fluxos.

## INTRODUÇÃO

O fluxo de calor sensível é uma componente da partição de energia à superfície, responsável pelo aumento ou diminuição da temperatura da mesma, dependendo se a superfície se comporta como sumidouro ou fonte de calor. É também componente essencial para a modelagem atmosférica e climática.

Por sua vez, a temperatura do solo influencia a maioria dos processos do contínuo solo-planta, afetando, entre outras coisas, a taxa de crescimento das plantas.

## MATERIAIS E METODOS

Para o experimento foram estabelecidas duas parcelas experimentais de 1m x 1m cada, sendo uma coberta por grama e outra com solo nu. Ambas as parcelas foram estudadas no estado natural do ambiente, ou seja, não foram realizados nenhum tipo de manejo como irrigação etc.

A temperatura do dossel da cultura foi obtida com um termômetro infravermelho, com ângulo de visada de 5° e faixa de escala entre 10µm e 12,5µm. Os dados meteorológicos como a temperatura do ar (Ta) e umidade relativa foram obtidas no interior do abrigo meteorológico, instalado na área do experimento, a uma altura de 1,12 m.

O estudo foi realizado na Estação Agrometeorológica didática da UFRJ localizada na Ilha do Fundão no município do Rio de Janeiro - RJ. O tipo climático da região é classificado segundo Koppen como quente e chuvoso, com precipitação média de 150 mm,

---

1 - Aluna de Graduação de Meteorologia/UFRJ – e-mail: [anactn@igeo.ufrj.br](mailto:anactn@igeo.ufrj.br)

2 – Prof.(a). do Dep. de Meteorologia/UFRJ – e-mail: [celiapaiva@igeo.ufrj.br](mailto:celiapaiva@igeo.ufrj.br)

com aproximadamente 10 dias de precipitação por mês e temperatura média de 24°C. O fluxo de calor sensível climatológico utilizado para comparação com os dados estimados, foram os disponíveis no NCAR/NCEP.

Para verificar se o dia do experimento foi um dia típico de verão, o quadro sinótico foi estudado segundo os campos de análise do modelo ETA, do CPTEC-INPE, juntamente com imagens do satélite GOES-8, no canal infravermelho.

O fluxo teórico de calor sensível foi calculado pela equação segundo Monteith, 1963:

$$H = \frac{\rho_a \cdot C_p \cdot (T_a - T_s)}{r_a}$$

(1)

onde:

H = Fluxo de calor sensível (W/m<sup>2</sup>);

$\rho_a$  = densidade do ar (Kg/m<sup>3</sup>) = 1,23 Kg/m<sup>3</sup>;

$C_p$  = calor específico à pressão constante (J/KgK);

$T_a$  = temperatura do ar (K);

$T_s$  = temperatura do solo (K);

$r_a$  = resistência aerodinâmica (s/m);

A resistência aerodinâmica foi calculada segundo a seguinte equação:

$$r_a = \frac{\ln\left(\frac{z_m - d}{z_{om}}\right) \ln\left(\frac{z_h - d}{z_{oh}}\right)}{K^2 U_z}$$

(2)

onde:

$z_m$  = altura da velocidade do vento (m) = 2,34 m;

$z_h$  = altura da medição de temperatura e umidade = 1,12 m;

$K^2$  = constante de Von Karman = 0,41;

$U_z$  = Velocidade do vento (m/s);

$d$  = deslocamento do plano zero do perfil do vento (m);

$d = 2/3 h_c = 0,2$  m;

$h_c$  = altura média da cultura (m) = 0,30 m;

$z_{om}$  = parâmetro de rugosidade para o momento (m);

$z_{om} = 0,123 h_c = 0,0369$  m;

$z_{oh}$  = parâmetro de rugosidade para o calor sensível e vapor d' água (m);

$z_{oh} = 0,123 h_c = 0,00369$  m;

Os dados mostrados na tabela 1, referem-se as temperaturas do abrigo localizado na estação meteorológica, juntamente com a velocidade do vento média horária e as temperaturas das diferentes superfícies, ou seja do solo nu e do solo vegetado.

Tabela 1: Planilha de dados coletados e cálculos durante o experimento do dia 19/01/1999.

Hora	T ar (°C)	U.R (%)	T solo (°C)		Vento a 2 m		H (Nú)	H (Vegetado)
			Nú	Veget.	V.M.H.	Direção		
<b>8:00</b>	30,2	79	32,0	30,0	05550	N	4,80	0,44
<b>9:00</b>	30,5	76	38,1	31,8	05559	W	72,77	14,74
<b>10:00</b>	32,1	72	46,5	34,3	05597	W	292,83	56,24
<b>11:00</b>	33,2	68	56,0	32,8	05677	NE	374,66	-13,38
<b>12:00</b>	33,2	68	61,0	35,0	05746	NE	557,92	28,51
<b>13:00</b>	34,0	62	63,0	33,0	05830	NE	513,17	-17,70
<b>14:00</b>	34,6	60	60,0	37,3	05903	E	663,20	63,41
<b>15:00</b>	35,7	66	62,0	37,5	06012	E	554,53	43,78
<b>16:00</b>	35,7	59	57,0	36,0	06098	NW	475,60	17,45
<b>17:00</b>			54,0	35,2	06188	SE		
<b>Tn</b>	24,4							35,9

## RESULTADOS E DISCUSSAO

O quadro sinótico no dia estudado, para a região do Rio de Janeiro, caracterizou-se pela presença predominante de uma alta pressão, com ar quente e seco inibindo a chegada de frentes frias, tão típico deste mês de verão (figuras 1 e 2). A ausência de precipitação também esta relacionada com essa predominância de movimentos subsidentes.

Pela figura 4, pode-se observar a evolução das curvas do fluxo de calor sensível nas parcelas de solo vegetado e nu para o dia 19/01/99. Na parte da manha, entre as 8 e 9 horas (horário de verão), não houve muita diferença entre as curvas referentes ao solo nu e ao solo vegetado, o que era esperado, uma vez que durante a noite as duas superfícies perderam calor, chegando na manha do dia 19 com valores bem pequenos para o fluxo de calor sensível, caracterizando a menor diferença entre os fluxos das duas superfícies no período estudado (4,80 W/m<sup>2</sup> para o solo nu e 0,44 W/m<sup>2</sup> para o solo vegetado). Porém, a medida que o dia avançou, o solo nu apresentou fluxos muito superiores ao do solo vegetado. Por volta das 14:00 horas, ocorreram os valores máximos de fluxo para ambas as superfícies (663,20 W/m<sup>2</sup> para o solo nu e 63,41 W/m<sup>2</sup> para o solo vegetado), caracterizando a maior diferença entre os fluxos das duas parcelas, no período estudado (599,79 W/m<sup>2</sup> p).

A equação de Monteith de 1963, apresentou coerência de resultados do ponto de vista qualitativo, uma vez que a curva de fluxo de calor sensível, em relação ao solo nu, teve comportamento esperado ao longo do dia, começando com valores bem baixos pela manha, com ocorrência de um pico no horário em que a superfície estava mais aquecida ( por volta das 13:00 horas). O fluxo sempre esteve direcionado da superfície para a atmosfera, já que a temperatura da superfície de solo nu esteve sempre superior a do ar. No caso da

superfície vegetada, a variação do fluxo ao longo do dia foi pequena, apresentando um pico por volta das 14:00 horas ( $63,40 \text{ W/m}^2$ ). Pode-se então verificar que há coerência dos resultados no que diz respeito a partição de energia em cada parcela estudada, uma vez que esperava-se que a porção de energia líquida a superfície cedida para o fluxo de calor sensível (para ou da superfície), fosse maior na parcela de solo nu do que na vegetada, pois nesta última a energia líquida disponível a superfície é cedida também para a transpiração das plantas, diminuindo a porção disponível para os outros processos.

Do ponto de vista quantitativo, não foi possível avaliar os resultados por falta de valores medidos *In situ*, porém pretende-se dar continuidade ao trabalho neste sentido. Contudo pela figura 3, tem-se uma idéia dos valores médios do fluxo de calor sensível para o mês de janeiro em grande parte do país, de acordo com NCEP. No Rio de Janeiro, os valores médios do citado fluxo para o mês de janeiro, variam de 10 a  $20 \text{ W/m}^2$ . A diferença entre os valores encontrados, entre o experimento e o NCEP, podem indicar o quanto a cobertura da superfície é importante para o cálculo do balanço de energia, ressaltando então, o problema da análise espacial e temporal para o caso de uma futura modelagem na região.

## CONCLUSOES

Pelos resultados observados, pode-se concluir que:

1) O quadro sinótico no dia estudado na região do Rio de Janeiro caracterizou-se pela presença predominante de uma alta pressão, com ar quente e seco, típico deste mês de verão.

2) A porção de energia líquida a superfície destinada ao fluxo de calor sensível, é maior para o solo nu do que para o vegetado, o que era esperado, já que para este último parte dessa energia é também disponibilizada para a transpiração das plantas, diminuindo a quantidade para os outros processos.

3) A equação de Monteith de 1963, apresentou coerência de resultados do ponto de vista qualitativo, pois as curvas de fluxo de calor sensível comportaram-se como esperado ao longo do dia para ambas as superfícies estudadas.

4) A diferença entre os valores de fluxo de calor sensível encontrados no experimento e os do NCEP, podem indicar o quanto a cobertura da superfície é importante para o cálculo do balanço de energia.

## BIBLIOGRAFIA

**Pinto de Almeida, A. C.** , *Caracterização Micrometeorológica da Ilha do Fundão*, IX CBMet, volume II, pp 1141-1145 , Campos do Jordão, outubro, 1996;

**Rosemberg, N. J.** , **Blad, B. L.**, **Verma, S. B.**, *The biological Environment*, Willy-Interscience publication; EUA.

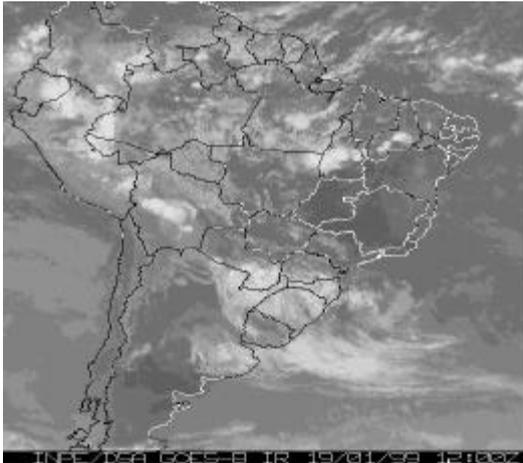


Figura 1: Imagem IV do dia 19/01/99 – 12Z  
(Fonte CPTEC/INPE).

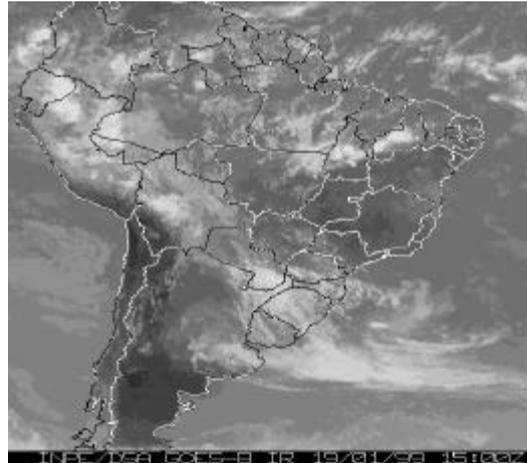


Figura 2: Imagem IV do dia 19/01/99 – 15Z  
(Fonte CPTEC/INPE).

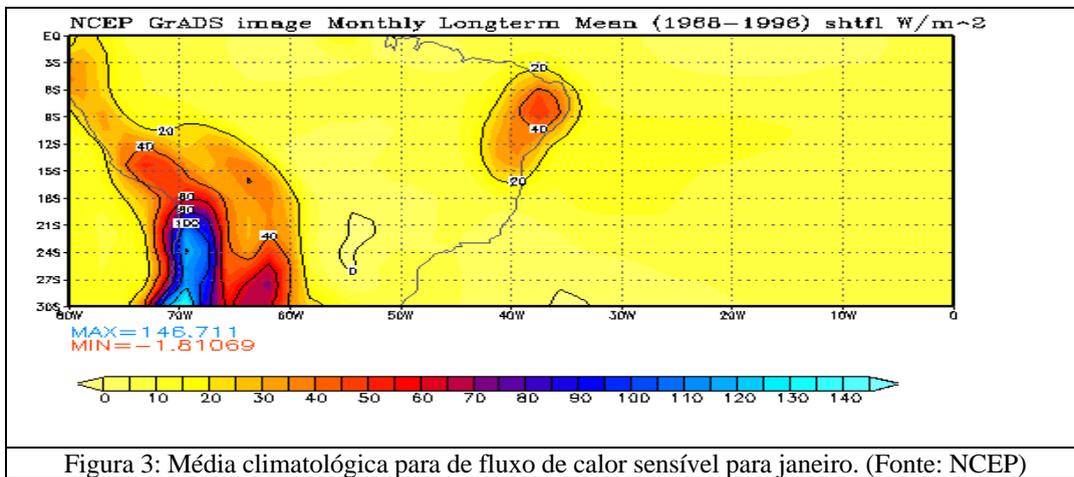


Figura 3: Média climatológica para de fluxo de calor sensível para janeiro. (Fonte: NCEP)

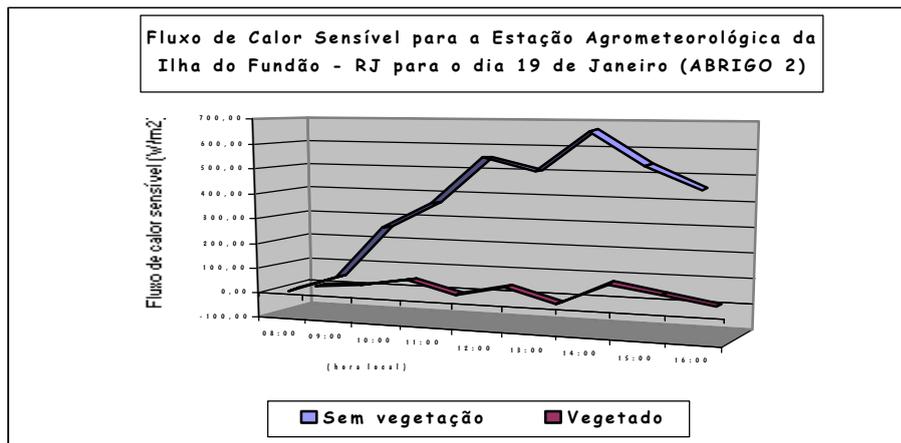


Figura 4: Dados plotados do experimento em 19 de janeiro de 1999, utilizando os dados do abrigo 2.