

## Estimativa dos Fluxos de Calor Sensível e Latente Usando o MM5

Angelo Barcelos Barbarioli<sup>1</sup>, Eduardo Barbosa CORREA<sup>1</sup>, Leanderson Marcos da SILVA PAIVA<sup>2</sup>

### Introdução

Nas culturas irrigadas, o balanço hídrico mostra que a maior porção de água na zona das raízes é perdida na forma de evaporação para atmosfera (Mota, 1929). Perdas de água ocorridas diretamente da superfície do solo são comumente denominadas de evaporação, enquanto que transpiração refere-se às perdas de água das plantas e, evapotranspiração refere-se ao total da perda de água para a atmosfera, da superfície do solo e das plantas. Estes processos são de mesma natureza física, pois ambos envolvem a troca de fase da água, de líquido para vapor, e o transporte para atmosfera. A determinação do balanço de energia da superfície, através dos fluxos de calor sensível  $\Phi_H$  e latente  $\Phi_E$ , por meio de simulações em modelos numéricos é um importante fator para caracterização destes processos, no sentido de diagnosticar e prognosticar o stress causado em uma determinada cultura por excesso ou falta de irrigação, com um custo muito inferior, se comparado aos métodos instrumentais convencionais. No presente trabalho, propõe-se a determinação dos fluxos de calor através de simulações feitas com o modelo numérico de previsão meteorológica MM5 (*PSU/NCAR Mesoscale Modeling System*, Dudhia *et al.* 2000), com simulações feitas para região do município do Rio de Janeiro, e a comparação com dados obtidos através de sondagens. O MM5 foi executado em um computador Pentium 800 Mhz com 128 MB e 20GB de HD, em uma plataforma linux.

### Material e Métodos

O MM5 é um modelo numérico, de área limitada, utilizado na previsão operacional do tempo, que permite a simulação da circulação atmosférica em mesoescala. Este modelo é estruturado computacionalmente por cinco módulos auxiliares. O primeiro é o *Terrain*, este é responsável pela configuração das grades, e pela geração de arquivos de entrada para os módulos seguintes, contendo informações de topografia e categoria de uso do solo. O módulo *Regrid* possui a função de estimar os dados meteorológicos em uma grade regular, em diversos níveis de pressão, promovendo adaptações para a grade de mesoescala especificada no módulo *Terrain*. O *Regrid* é subdividido em outros dois módulos, o *Pregrid*, responsável pela leitura dos dados, e o *Regridder*, responsável pela interpolação para a grade em mesoescala. São necessárias as seguintes variáveis para a execução do *Regrid*: temperatura, velocidade do vento, umidade relativa, altura dos níveis de pressão, pressão ao nível do mar, temperatura da superfície do mar e cobertura de neve.

O módulo *Rawins* cria uma grade interpolada, adaptando as análises meteorológicas de baixa resolução geradas do *Regrid*, através da análise objetiva dos dados observados em altitude e superfície. O módulo *Interpf* efetua a última interpolação antes da execução do modelo. Ele utiliza os dados em níveis de pressão, que foram passados pelos módulos *Regrid* e *Rawins*, e os transforma em níveis *sigma-p*. No último módulo, denominado MM5, efetua-se o cálculo numérico das equações prognósticas. São gerados os seguintes dados de saída do modelo: componentes de velocidade do vento zonal, meridional e vertical, temperatura, razão de mistura de vapor d'água, precipitação de hidrometeoros, perturbação de pressão, altura e regime da camada limite atmosférica, fluxo de calor sensível e latente superficiais, velocidade de fricção, radiação de onda longa e curta.

### Resultado e Discussões

O MM5 é executado por grades aninhadas. A grade maior possui resolução de 9 Km na horizontal, num domínio de 135 x 135 Km, e os dados do terreno possuem resolução de 4 Km. A grade menor possui resolução de 3 Km, num domínio de 30 x 30 Km, e os dados do terreno possuem resolução de 0,9 Km. A grade maior gera informações que servem de condição de contorno para a grade menor e esta, repassa as informações nela geradas para a grade maior. A inicialização do modelo é feita com dados gerados no NCEP (*National Center for Environmental Prediction*), através dos campos de análise global com resolução de aproximadamente 280 Km. A análise dos resultados é realizada para o período de 4 a 5 de abril de 2003, sobre o município do Rio de Janeiro, e comparados com dados medidos pelas sondagens realizadas no aeroporto do Galeão.

A figura 1 ilustra o comportamento do perfil de temperatura potencial simulado e observado. As curvas apresentam uma boa concordância quantitativa e qualitativa, assim como outras variáveis atmosféricas (não mostradas). As inferências desses resultados corroboram os cálculos computados para os fluxos de calor sensível e latente mostrados nas figuras 2, 3 e 4.

A figura 2 ilustra a variação dos fluxos de calor sensível e latente em função do tempo. Os fluxos respondem adequadamente ao ciclo de variação diurna da temperatura. A ordem de grandeza dos valores dos fluxos simulados correspondem aos valores de temperaturas não muito elevadas encontradas nesta época do ano e a nebulosidade associada a este dia.

<sup>1</sup> NCQAR – Núcleo computacional de Estudos da Qualidade do Ar –LAMMA– IGEO/UFRJ  
Aluno do Depto de Meteorologia IGEO/UFRJ

<sup>2</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ

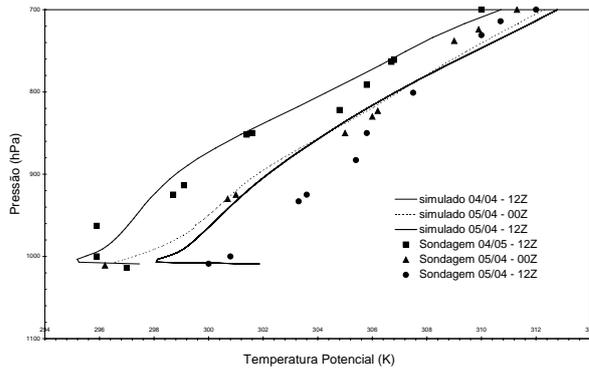


Figura 1: Perfis verticais de temperatura potencial.

Os resultados fornecem subsídios importantes para o prognóstico dos fluxos de calor sensível e latente e conseqüentemente a determinação da evapotranspiração  $E_{tr}$ , que pode ser determinada pela seguinte expressão (Rosenberg, 1983)

$$E_{tr} = \Phi_E / L_v, \quad (1)$$

onde  $\lambda(T)$  é o calor latente de evaporação. Além disso, a razão de Bowen, um parâmetro adimensional, dada por

$$\beta = \frac{\Phi_H}{\Phi_E} = \frac{(c_p \overline{w'\theta'_s})}{(L_v \overline{w'q'_s})} \quad (2)$$

pode ser determinada facilmente, através dos fluxos simulados pelo MM5. Afim de exemplificar, valores típicos de  $\beta$  são da ordem de 5 para regiões semi-áridas, 0.5 sobre superfície coberta por vegetação e 0.1 sobre o mar (Stull, 1988)

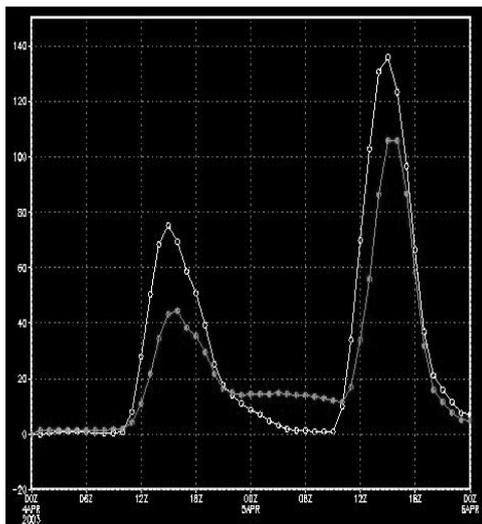


Figura 2: Fluxos de calor sensível -- $\lambda$ -- e latente -- $\mu$ -- ( $W/m^2$ ).

Os fluxos de calor latente e sensível simulados para as 12 TMG (Tempo médio de Greenwich) do dia 05/04/2003 são ilustrados respectivamente nas figuras 3 e 4. Os campos apresentam-se como uma ferramenta valiosa para o cálculo dos fluxos em qualquer região de interesse.

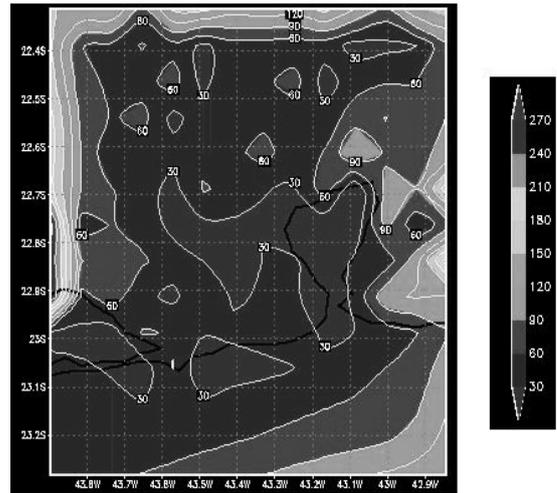


Figura 3: Fluxo de calor latente na superfície.

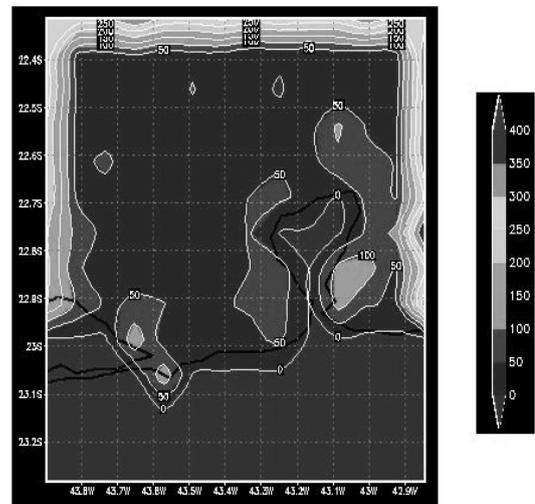


Figura 4: Fluxo de calor sensível na superfície

### Conclusão

As variáveis atmosféricas, pressão, temperatura, velocidade do vento, umidade, tiveram um comportamento dentro do esperado, quando comparadas com as sondagens atmosféricas observadas, obtidas do aeroporto do Galeão. Os fluxos de calor sensível e latente apresentaram ordens de grandeza dentro de uma faixa aceitável, entretanto uma comparação direta dos dados simulados não foi realizada, devido a carência de informações observadas, a respeito dos fluxos de calor. Para trabalhos futuros, pretende-se, além da necessidade de dados observados, utilizar novos modelos numéricos de previsão do tempo, no intuito de comparar os resultados. Obviamente, existe a necessidade de aferir as parametrizações utilizadas nesses modelos.

### Bibliografia

- Mota, Fernando Silveira da, 1929. **Meteorologia Agrícola**. São Paulo, Nobel,1977.
- Rosenberg, N.J.,1983. **Microclimate The Biological Environment**. Academic Press, NY, 495pp.
- Stull, R. B, 1988. **An Introduction to Boundary Layer Meteorology**, Kluwer Academic Publishers.