

# ANÁLISE DA TEMPERATURA DO SOLO NO PANTANAL USANDO TRANSFORMADA EM ONDELETAS

Regina C. dos SANTOS ALVALÁ<sup>1</sup>, Srinivasa Rao CHAPA<sup>2</sup>, Ralf GIELOW<sup>3</sup>

## RESUMO

Dados de temperatura do solo, obtidos na Base de Estudos do Pantanal da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, no período de 28 de setembro a 06 de outubro de 1996, são analisados utilizando-se a técnica de transformadas em ondeletas. Observou-se variações diurnas em todo o período e variações semi-diurnas em um dia específico.

## INTRODUÇÃO

As características microclimáticas na interface atmosfera-solo são fortemente influenciadas pela natureza do solo, particularmente pelas suas propriedades térmicas. A variação do perfil de temperatura do solo, por sua vez, constitui-se num dos elementos mais importantes na caracterização do seu microclima. Assim, torna-se relevante conhecer esta variação para melhor entendimento dos fenômenos relacionados aos balanços energéticos da superfície.

Como a temperatura do solo varia num padrão quase regular, ela reflete os ciclos diário e anual da radiação solar. Entretanto, as componentes do balanço de energia na superfície, tais como a convecção de calor sensível do ar, o calor latente, a condução de calor para o interior do solo e o próprio saldo de radiação, condicionam também as flutuações aleatórias no ciclo periódico da temperatura do solo (Santos, 1987).

As soluções analíticas da equação de condução de calor em sólidos, para diferentes condições iniciais e de contorno, são bastante conhecidas; porém, a maioria das soluções presume, basicamente, uniformidade nas propriedades térmicas do sólido em estudo. Entretanto, soluções matemáticas da equação de condução de calor para meios não homogêneos, tais como o solo, envolvem aproximações entre os fluxos de radiação solar e térmicos na superfície do solo que requerem interpretações de caráter essencialmente iterativo (Oliveira et al., 1980). Evidentemente, o fluxo de calor no solo pode ser estimado através da determinação das ondas de temperatura, com base em séries de dados observados, e conhecendo-se as propriedades térmicas do solo considerado.

A transformada em ondeletas (WT) é uma técnica recente utilizada para analisar séries de dados temporais, enquanto a WT de Morlet é a mais comumente utilizada para analisar sinais geofísicos. Assim sendo, utilizou-se neste trabalho a WT de Morlet para analisar a variação da temperatura do solo, durante a época seca, na região do Pantanal matogrossense, conhecida por sua importância econômica e ecológica e por apresentar regime hidrológico peculiar, com épocas de cheias e de secas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A WT de Morlet é uma função complexa e eficiente para extrair informação a respeito da amplitude e fase de dados processados. As partes real e imaginária dos coeficientes de ondeletas

---

<sup>1</sup> Dra, Pesquisadora Adjunta, Divisão de Ciências Meteorológicas, INPE, Caixa Postal 515, 12201-970, São José dos Campos, SP. E-mail:regina@met.inpe.br.

<sup>2</sup> Dr, Pesquisador Visitante, Divisão de Meteorologia por Satélites, INPE, Caixa Postal 515, 12201-970, São José dos Campos, SP. E-mail:chapa@met.inpe.br. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Dr, Pesquisador Titular, Divisão de Ciências Meteorológicas, INPE, Caixa Postal 515, 12201-970, São José dos Campos, SP. E-mail:ralf@met.inpe.br.

representam ambas amplitude e fase de variações dos sinais em escalas e localizações particulares no domínio de escala e tempo (Kumar e Foufoula-Georgiou, 1993).

A região estudada situa-se na Base de Estudos do Pantanal da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (19°34'S; 57°01'W) em Passo do Lontra. Os dados analisados de temperaturas do solo, às profundidades de 01, 05, 10 e 40 cm foram obtidos no período de 28 de setembro a 05 de outubro de 1996 em local com solo coberto por grama. Os dados utilizados nas análises de WT são dados contínuos, em intervalo de 10 minutos, para o período entre 29/09 a 05/10/96; exceto os dias 02/10 e 03/10.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1a mostra o perfil de temperatura do solo em quatro diferentes profundidades, durante o período considerado, baseando-se em leituras a cada minuto e tomando-se médias para cada 10 minutos, em cada nível. Uma característica dominante nas quatro curvas é naturalmente, o ciclo diário gerado pela variação cíclica na quantidade de energia solar que alcança a área estudada (figura 1b). As variações mais pronunciadas ocorreram próximas à superfície, no nível de 1 cm, com valores variando entre 23 e 30°C, bem como as temperaturas máximas, em maiores profundidades, estão defasadas por algumas horas, pois dependem tanto da umidade do solo quanto do tipo do solo. Quanto às temperaturas mínimas, estas foram observadas no dia 02/10, indicando que a precipitação ocorrida no dia anterior e o consequente aumento da umidade do solo foi responsável por esses valores mínimos.

A figura 2 apresenta a componente real dos coeficientes de ondeleta para os dados de temperatura do solo, em 1 cm, para os 5 dias mencionados. Nesta figura o eixo vertical é a escala, a qual relaciona-se com a periodicidade dos sinais da série de tempo como: período =  $2^{\text{escala}}$  x intervalo dos dados. Os valores mais altos dos coeficientes de ondeleta são mostrados entre as escalas 8 e 9, a qual corresponde ao período de aproximadamente 3 dias. Como o período considerado é de 5 dias, não se deve considerar este resultado. Na escala próxima de 7 observam-se máximos e mínimos, regularmente espaçados em todo o domínio de tempo. Esta escala corresponde ao período  $2^7 \times 10 = 1280$  minutos  $\sim$  1 dia. Os valores altos dos coeficientes de ondeleta observados nos extremos da figura devem-se ao efeito da WT de Morlet (Chapa et al., 1997). Na escala próxima de 6 observam-se variações semi-diurnas no primeiro dia estudado. Esta característica localizada não pode ser observada quando se utiliza outro tipo de análise, como por exemplo, a transformada de Fourier. Contudo, para obter informações mais detalhadas sobre periodicidades em dados de temperatura do solo faz-se necessário utilizar um período mais longo de observações.

**AGRADECIMENTOS:** A Beatriz M. C. Neves e ao Dr Antônio C. Miranda, da Universidade de Brasília, pela obtenção dos dados e cessão dos instrumentos.

## BIBLIOGRAFIA

- CHAPA, S. R. , RAO, V. B.; PRASAD, G. S. S. D. Application of wavelet transform to Meteosat-derived cold cloud index data over South America. Submetido ao **Monthly Weather Review**, 1997.
- KUMAR, P. FOUFOULA-GEORGIU, E. A new look at rainfall fluctuations and scaling properties of spatial rainfall using orthogonal wavelets. **Journal of Applied Meteorology**, v. 32, p. 209-222, 1993.
- OLIVEIRA, F. R.; SEDYAMA, G. C.; VIEIRA, M.; COELHO, D. T. Temperatura do solo como uma resposta ao estímulo da radiação solar. **Revista Ceres**, v. 27, n. 153, p. 513-525, 1980.
- SANTOS, R. C. Propriedades térmicas do solo: um estudo de casos. São José dos Campos: INPE, 1987, 133p. Dissertação de Mestrado em Meteorologia.