

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL UTILIZANDO DADOS DO SATÉLITE METEOROLÓGICO GOES-8

Jaidete Monteiro de **SOUZA**¹, Eduardo Jorge de **BRITO BASTOS**²

RESUMO

Neste trabalho é apresentada uma regionalização espacial da evapotranspiração potencial (ETP) para a região Nordeste do Brasil e, também, a ETP é determinada utilizando dados de radiação solar global à superfície estimados via dados obtidos de imagens do satélite GOES-8. Foram utilizados dados climatológicos diários de radiação e temperatura, e dados de temperatura, umidade relativa, velocidade e direção do vento, evaporação e insolação, referente a setembro de 1997. Também foram utilizadas imagens do canal visível do GOES-8. Para obtenção da regionalização espacial, a ETP foi determinada pela formulação de Thornthwaite e Mather (1948). Utilizando os dados meteorológicos diários e estimativas por satélite, a ETP foi determinada pelos métodos: proposto por Caselles et al. (1992) – MCA; Jensen e Haise - MJH; e, Penman - MP. Os resultados consistem na regionalização espacial de ETP para o NE do Brasil. Também são apresentadas correlações entre a ETP determinada pelos MCA e MJH e a ETP determinada pelo MP. A análise das correlações foi feita considerando as áreas homogêneas obtidas com a regionalização. O Nordeste do Brasil apresentou duas regiões homogêneas de ETP. O MCA apresentou melhores resultados que o MJH, quando comparado com a ETP estimada pelo MP.

INTRODUÇÃO

Os altos custos dos experimentos de campo e a existência de regiões de difícil acesso, tornam bastante escassas as informações de fluxos na superfície, por esta razão, tornou-se indispensável a utilização de técnicas alternativas para complementar informações meteorológicas sobre uma determinada localidade. As técnicas de Sensoriamento Remoto tem sido bastante utilizadas para obter informações de parâmetros de superfície e da atmosfera, cujo nível de detalhamento é determinado pelas resoluções temporal e espacial dos sensores multiespectrais utilizados. Dentre as técnicas de sensoriamento remoto, pode-se destacar a utilização de sensores espaciais a bordo de satélites ambientais para se obter informações sobre grandes áreas.

As técnicas de sensoriamento remoto tem sido utilizadas para diversas aplicações, uma delas é a estimativa da evapotranspiração potencial (ETP). Neste contexto alguns pesquisadores utilizaram dados de sensores a bordo de satélites meteorológicos para estimar a ETP para regiões agrícolas, destacando-se: Taconet et al., 1984; Caselles e Delegido, 1987; Caselles et al. 1992a,b. De um modo geral, esses trabalhos utilizaram a temperatura da superfície e a radiação solar global à superfície estimadas a partir de dados de imagens de AVHRR/NOAA.

¹ Aluna do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia do INPE, Caixa Postal 515, 12201-970, São José dos Campos, SP. E-mail: jaidete@met.inpe.br. Bolsista CAPES.

² Dr. Pesquisador Visitante da DMS/INPE, Caixa Postal 515, 12201-970, São José dos Campos, SP. E-mail: eduardo@met.inpe.br. Bolsista CNPq.

Note-se que são poucos os estudos com o objetivo de inferir informações remotas de ETP para aplicações na agricultura. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo estimar a evapotranspiração potencial mediante formulação empírica e dados de radiação solar global à superfície inferidos das imagens do satélite meteorológico geostacionário GOES-8.

DADOS UTILIZADOS

Foram utilizados dados climatológicos diários de radiação e temperatura, e dados de temperatura, umidade relativa, velocidade e direção do vento, evaporação e insolação, referente a setembro de 1997. Os dados climatológicos (mensais e diários) foram fornecidos pelo LAPIM (Laboratório de Informações Meteorológicas) do DCA/UFPB (Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal da Paraíba) e os dados diários do mês de setembro de 1997 foram fornecidos pelo 3º Distrito de Meteorologia – INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

As imagens do canal visível do satélite meteorológico geostacionário GOES-8, referente ao período de setembro de 1997, foram fornecidas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE). As imagens cobrem a região Nordeste do Brasil (denominadas de setor Nordeste do Brasil), ou seja, é um recorte que está compreendido entre a latitude de 1°S e 18°S e longitude de 31°W e 47°W. As imagens apresentam um tamanho de 434 x 525 "pixels".

METODOLOGIA

Com base nas séries de dados climatológicos diários de temperatura, a evapotranspiração potencial foi estimada usando as formulações empíricas de Thornthwaite e Mather (1948). Estas estimativas foram utilizadas para obtenção da regionalização espacial de ETP para toda região Nordeste do Brasil. A matriz utilizada continha 30 linhas por 73 colunas, as linhas correspondem ao total de anos disponíveis com dados de ETP e as colunas ao número de estações. O agrupamento das "n" estações foi obtido através do método de classificação hierárquica de Ward, disponível no software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

Foram feitas correlações entre a evapotranspiração potencial estimada pelo método proposto por Caselles et al. (1990), MCA, e método de Jensen e Haise (método da radiação - MJH) e a ETP estimada pelo método de Penman (MP). A análise das correlações foi feita considerando-se 3 opções: (1) todas as estações em um único grupo; (2) as estações localizadas no litoral; e (3) as estações localizadas no interior. As estimativas da ETP obtidas pelos métodos de (MJH) e (MCA) foram comparadas com o estimativa obtida utilizando o método (MP). Nesta etapa foram utilizados os dados meteorológicos diários e dados de radiação solar global à superfície estimados via satélite, disponíveis para o mês de setembro de 1997. A radiação solar global à superfície, estimada via

satélite, foi determinada aplicando-se o modelo de radiação GL 1.0, que utiliza dados do canal VIS do satélite meteorológico GOES-8.

Método Proposto por Caselles et al. 1992

A evapotranspiração potencial é calculada pela seguinte expressão:

$$ETP = (A T_a + B) R_g + C \quad (3.1)$$

onde $A = 5,99 \times 10^{-4}$, $B = 5,06 \times 10^{-6}$ e $C = 0,37$ são constantes empíricas; T_a é a temperatura do ar e R_g a radiação global solar.

Método Utilizado para Regionalização

O método da Análise de Cluster de Ward (Everitt, 1974) foi aplicado à matriz de evapotranspiração potencial (ETP) para a região Nordeste. O resultado final é obtido sob a forma de dendrograma, definindo-se subdivisões de grupos que possuem as mesmas características entre si, formando um único grupo. Analisando o dendrograma, escolhe-se um número de grupos que melhor defina as sub-regiões da região em estudo.

Modelo GL 1.0: Estimativa de Radiação Solar por Satélite

O GL 1.0 é um modelo físico, que foi adaptado para o canal VIS do GOES por pesquisadores do DMS/INPE e UFPB (Bastos et al. 1996). O modelo se encontra em operação no CPTEC, o qual fornece distribuições diárias, semanais e mensais de irradiação solar global. A radiação solar global é estimada dividindo-se o fluxo solar em dois intervalos espectrais: o espectro visível (0,4 – 0,7 μ m) e o infravermelho (0,7 – 4,0 μ m).

RESULTADOS

Na Figura 4.1 consta as sub-regiões da região Nordeste, obtidas a partir da análise do dendrograma. Observa-se que a ETP da região Nordeste é representada pelo litoral leste e pelo litoral norte e interior da região. O número de estações para cada grupo após a regionalização foi de 33 para a região representada pelo litoral leste e 40 para o norte e interior do Nordeste, totalizando um total de 73 estações. O interior e a região norte do Nordeste apresenta temperaturas mais elevadas do que o litoral leste, conseqüentemente a taxa da evapotranspiração é diferenciada para estas regiões. O litoral leste da região sofre influência de vários fenômenos meteorológicos, como brisas marítimas, ondas de leste, frentes frias, entre outros fenômenos que influenciam diretamente na temperatura; enquanto que o interior é praticamente regido por efeitos locais, tipo orografia e altitude.

A Figura 4.2 apresenta curvas de ETP diária para setembro de 1997 calculadas a partir do MP (ETPP), MCA utilizando dados meteorológicos de superfície (ETPCSUP) e MCS utilizando dados de radiação solar global à superfície estimados via satélite (ETPCSAT). Observa-se que existe uma boa consistência entre as curvas; mas os valores de ETP estimados pelo MCA superestimam os valores de ETP calculados pelo MP. Isto está consistente, todavia como citado na literatura, os métodos empíricos sempre superestimam a ETP. De modo geral, as diferenças são menores que 20%, ou seja, 1,5 mm/dia. Ainda, pode-se observar que em alguns dias há uma discrepância acentuada entre as curvas, pois quando a ETPP aumenta a ETPCSAT diminui ou vice-versa. Isto está associado aos dias com poucas imagens, introduzindo erros no cálculo da radiação solar global diária à superfície.

As Figuras 4.3, 4.4 e 4.5 mostram as correlações e as equações linear, obtidas entre os métodos de estimativa para as opções (1), (2) e (3), respectivamente. Para opção (2) os valores de correlação são da mesma ordem de grandeza, entre MJH x MP e MCA e MP. Entretanto, para opção (3), a correlação entre MCA e MP apresentou valores mais significativos do que entre MJH e MP. Este fato evidencia que os coeficientes das equações de estimativa está diretamente relacionado com as características das regiões ao qual o método está sendo aplicado; observa-se que no interior as influências meteorológicas são puramente de efeito local, enquanto que no litoral são diversos os fenômenos que influenciam a região. Considerando a opção (1), nota-se que o valor da correlação é significativo, porém menor do que o encontrado para opção (3). Isto pode estar associado com o fato de agrupar duas regiões com aspectos meteorológicos distintos. O método (MCA) obteve uma boa correlação com o método (MP), evidenciando que este método pode-se ser utilizado para estimar a ETP na região, podendo substituir o método (MJH), com estimativa mais realística para a região. Entretanto observa-se que os métodos de (MCA) e (MJH) subestimaram o valor da ETP em relação ao método (MP).

CONCLUSÕES

Para região nordeste do Brasil, a ETP pode ser dividida em duas sub-regiões, ou sejam, a região do litoral leste e a outra definida pelo litoral norte e interior da região

Observou-se que o método proposto por Caselles et al. 1992 apresentou resultados bastantes representativos, mostrando ser uma boa opção para estimativa da evapotranspiração nesta região.

Finalmente, analisando os resultados pode-se afirmar que os dados estimados a partir de imagens de satélites são informações de grande valia para complementação de dados observacionais de superfície.

BIBLIOGRAFIA

- BASTOS, E. J. B.; Funatsu, B. M.; Bonfim, A.; Moraes, E. C.; Ceballos, J. C. Estimativa da radiação solar global para a América do Sul via satélite. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, IX, Campos do Jordão, SP. **Anais**, Vol. 1, 596-600, 1996.
- CASELLES, V. AND DELEGIDO, J.A. Simple model to estimate the daily value of the regional maximum evapotranspiration from satellite temperature and albedo images. **Int. J. Remote Sensing**, 8: 1151-1162, 1987.
- CASELLES, V., DELEGIDO, J., HURTADO, E. AND SOBRINO, J.A. Evaluation of the maximum evapotranspiration over the La Mancha region, Spain, by use of NOAA AVHRR data. **Int. J. Remote Sensing**, 13: 939-946, 1992.
- CASELLES, V., HURTADO, E. AND SOBRINO, J.A. Maximum evapotranspiration through NOAA satellite images. Application to La Mancha region, Spain. **Atmospheric Research**, 28: 365-374, 1992.
- CEBALLOS, J.C.; MOURA, G. Solar radiation assessment using Meteosat-4 VIS imagery. **Solar Energy**, 60, 209-219, 1997.
- DEDIEU, G.; DESCHAMPS, P.Y.; KERR, Y.H. Satellite estimation of solar irradiance at the surface of the earth and of surface albedo using a physical model applied to Meteosat data. **Journal Climate Applied Meteorology**, 26(1): 79-89, 1991.
- Everitt, B. **Cluster Analysis**, London, Heinemann Educational Books Ltda, 1974. 122p.
- GAUTIER, C.; DIAK, G.; MASSE, S. A simple physical model to estimate incident solar radiation at the surface from GOES satellite data. **Journal of Applied Meteorology**, 19(8): 1005-1012, 1980.
- MORAES, E.C. **Comparação entre Métodos de Estimativa da Radiação Solar: Satélite e Convencional**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1986. 110p.
- MOURA, G. **Estimativa de Radiação na Paraíba mediante satélite Meteosat: Teste de dois modelos usuais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, Pb, 1993.
- TACONET, O.; BERNARD, R.; VIDAL-MADJAR, D. Evapotranspiration over an agricultural region using a surface flux/temperature model based on NOAA-AVHRR data. **Journal of Climate and Applied Meteorology**, 25: 284-307, 1986.
- TARPLEY, J.D.; Monthly Evapotranspiration from Satellite and Conventional Meteorological Observations. **Journal of Climate**, 7. 704-713, May 1994.

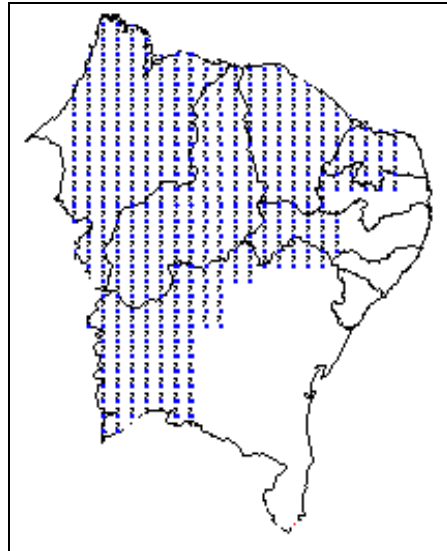


Figura 4.1 - Regionalização da ETP para a região Nordeste, utilizando o Método de Ward

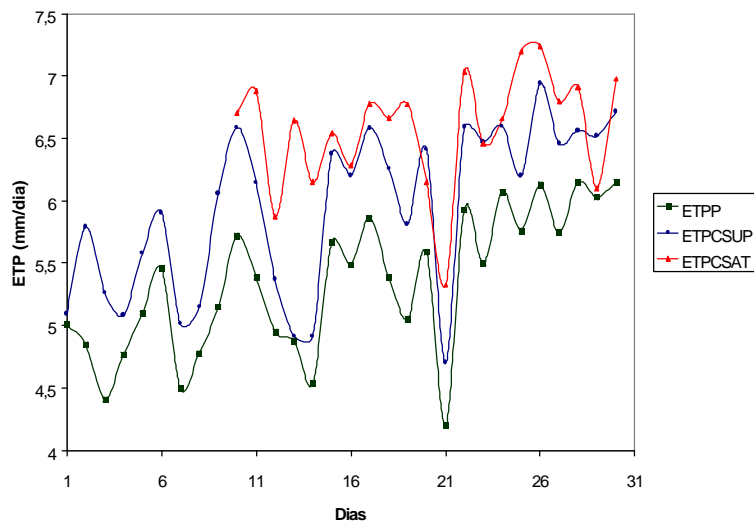
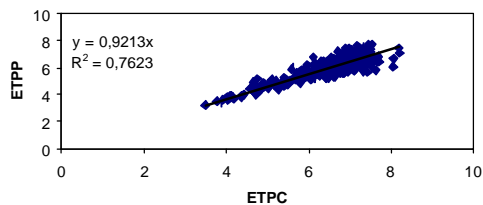
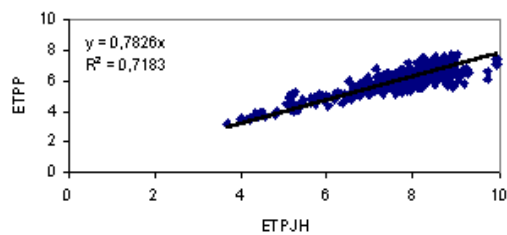


Fig. 4.2 – Comparação entre as estimativas de ETP pelos MP e MCA

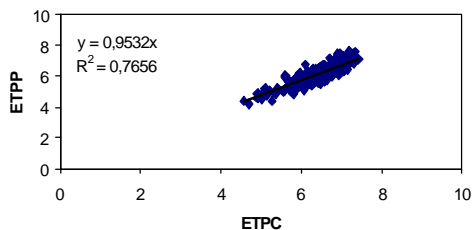


(a)

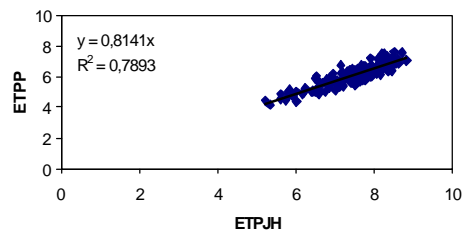


(b)

Figura 4.3 - Correlação da ETP, para a opção (1), obtida a partir de comparações entre os métodos (MP) e o método (MCA), 4.3.a. e para as comparações entre os métodos (MP) e (MJH), 4.3.b.

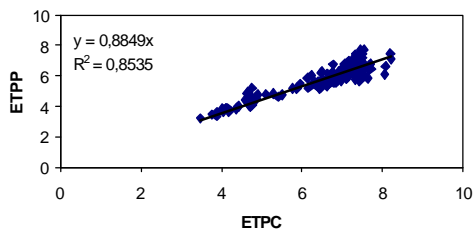


(a)

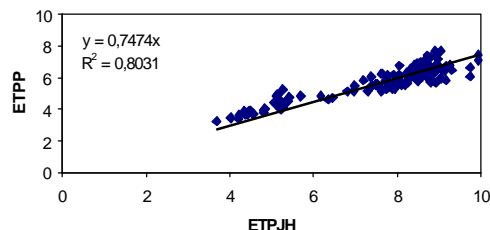


(b)

Figura 4.4 - Correlação da ETP, para a opção (2), obtida a partir de comparações entre os métodos (MP) e o método (MCA), 4.4.a. e para as comparações entre os métodos (MP) e (MJH), 4.4.b.



(a)



(b)

Figura 4.5 - Correlação da ETP, para a opção (3), obtida a partir de comparações entre os métodos (MP) e o método (MCA), 4.5.a. e para as comparações entre os métodos (MP) e (MJH), 4.5.b.