

ESPAIALIZAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM FUNÇÃO DE MODELOS DE ESTIMATIVA DA TEMPERATURA DO AR E DE IMAGENS SRTM

JOAQUIM B. DE OLIVEIRA¹; EDMILSON G. C. JUNIOR²; PAULA C. VIANA³;
ALEXSANDRA D. DE OLIVEIRA⁴; ÍTALO N. SILVA⁵

¹ Prof. M. Sc.do IFCE, Campus Iguatu, (88) 3582 1000 R. 220, joaquimbranco@ifce.edu.br

² Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFERSA.

³ Tecnóloga em Irrigação e Drenagem, IFCE Campus Iguatu-CE

⁴ Pesquisadora, Embrapa Cerrados, Planaltina-DF

⁵ Mestrando em Fitotecnia, UFERSA.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi determinar a evapotranspiração de referência média do estado Ceará, através da elaboração de mapas temáticos utilizando dados de temperatura do ar gerados a partir de um sistema de informações geográficas. Os coeficientes de determinação dos modelos de temperatura gerados variaram entre 0,79 a 0,97, o que demonstrou boa correlação entre a temperatura do ar e o sistema de informações geográficas. A equação proposta por Hargreaves-Samani (1985) foi utilizada para a estimativa da ET_o , e a partir daí, foi espacializada na forma de mapas através do software Idrisi Andes© pela manipulação das imagens digitais de latitude, longitude e altitude para obtenção das variáveis da equação. A ET_o apresentou elevada variabilidade, tanto para a escala mensal como a anual. O intervalo entre março e julho apresentou as menores demandas evapotranspirativas, coincidindo com o período chuvoso e as máximas demandas foram registradas entre os meses de setembro e novembro.

PALAVRAS-CHAVE: modelo digital de elevação, sistema de informação geográfica, Hargreaves-Samani

SPATIAL PATTERN OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION IN FUNCTION MODEL ESTIMATION OF AIR TEMPERATURE AND SRTM IMAGES

Abstract: The objective of this study was to determine the reference evapotranspiration Ceará state average, by producing thematic maps using data generated in air temperature from a geographical information system. The determination coefficients of the model generated temperature ranged from 0.79 to 0.97, demonstrating good correlation between air temperature and geographic information system. The equation proposed by Hargreaves-Samani (1985) was used to estimate ET_o and from there was spatialized in the form of maps using Idrisi Andes ©, applied to the digital images of latitude, longitude and altitude to obtain the variables in the equation. ET_o showed high variability for both the annual and monthly scale. The interval between March and July had the lowest evapotranspiration demands, coinciding with the rainy season and peak demands were recorded between the months of September and November.

KEY-WORDS: digital elevation model, geographic information system, Hargreaves-Samani

1. Introdução

A evapotranspiração é uma das principais variáveis do ciclo hidrológico, sendo descrita com a taxa de transferência de água para a atmosfera, da superfície do solo e das plantas pela combinação da evaporação com a transpiração (SEDIYAMA, 1998). A obtenção deste consumo pode ser realizada através de medições diretas no campo ou por meio indireto através de equações empíricas. As medições diretas muitas vezes requerem a utilização de equipamentos sofisticados e caros o que no geral inviabiliza sua utilização. Por isso, tem-se recorrido à utilização de equações empíricas, por serem mais práticas e viáveis de serem usadas para fins de manejo da irrigação. Por exigir apenas dados de temperatura do ar para sua estimativa o modelo proposto por Hargreaves-Samani (1985), torna-se um modelo bastante simples para ser utilizado na obtenção da evapotranspiração.

A temperatura do ar é medida em estações meteorológicas. No entanto, essas estações nem sempre são em número suficientes e com distribuição geográfica satisfatória (FILHO et al, 2008). Vários trabalhos vêm utilizando o SIG (Sistema de Informações Geográficas) para estimar dados meteorológicos (CARGNELUTTI FILHO et al, 2008; BARDIN et al, 2010;

O objetivo deste trabalho foi gerar mapas da evapotranspiração de referência média mensal do estado do Ceará, a partir de dados de temperatura do ar estimados através de imagens de modelos digitais de elevação.

2. Material e Métodos

Os dados utilizados no estudo foram oriundos da rede de estações meteorológicas pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os postos utilizados estão representados na Tabela 1. As estações de outros estados serviram para fornecer condições de contorno.

Tabela 1. Localidades

Local	Estado	Latitude	Longitude	Altitude
Sobral	CE	-3°41'10''	-40°20'59''	69,37
Fortaleza	CE	-3°43'02''	-38°32'35''	21,13
Guaramiranga	CE	-4°15'48''	-38°55'59''	900
Jaguaruana	CE	-4°50'02''	-37°46'52''	12,15
Crateús	CE	-5°10'42''	-40°40'39''	274,65
Quixeramobim	CE	-5°11'57''	-39°17'34''	191,74
Morada Nova	CE	-5°06'24''	-38°22'21''	52,08
Apodi	RN	-5°39'51''	-37°47'56''	67,85
Mossoró	RN	-5°11'15''	-37°20'39''	16,90
Tauá	CE	-6°00'11''	-40°17'34''	402,58
Iguatú	CE	-6°21'34''	-39°17'55''	217,2
São Gonçalo	PB	-6°27'00''	-38°07'48''	233,05
Florania	RN	-6°07'38''	-36°49'06''	315,75
Campos Sales	CE	-7°04'28''	-40°22'34''	566,32
Picos	PI	-7°04'37''	-41°28'01''	206,38
Barbalha	CE	-7°18'40''	-39°18'15''	414,95
Triunfo	PE	-7°50'17''	-38°06'06''	1004,43
Monteiro	PB	-7°53'22''	-37°07'12''	599,22
Paulistana	PI	-8°08'08''	-41°08'59''	359,63

Para estimativa da evapotranspiração de referência utilizou-se o modelo proposto por Hargreaves-Samani (1985), que é expresso da seguinte forma:

$$ET_o = 0,0023(T_{max} - T_{min})^{0,5} (T_{med} + 17,8)Ra$$

Onde: ET_0 é a evapotranspiração de referência; T_{max} , T_{min} e T_{med} representa as temperaturas máximas, mínimas e médias respectivamente ($^{\circ}C$); e R_a a radiação no topo da atmosfera ($mm.dia^{-1}$).

Para estimativas das temperaturas máximas, mínimas e médias foi testado um modelo de regressão linear múltipla, tendo a altitude, latitude e longitude, como variáveis independentes e a temperatura medida como variável dependente, baseadas no modelo quadrático geral:

$$T_i = A_0 + A_1 \cdot h + A_2 \cdot h^2 + A_3 \cdot \lambda + A_4 \cdot \lambda^2 + A_5 \cdot \varphi + A_6 \cdot \varphi^2 + A_7 \cdot h \cdot \varphi + A_8 \cdot h \cdot \lambda + A_9 \cdot \varphi \cdot \lambda$$

sendo: T_i temperatura médias mensais ($i = 1, 2, 3, \dots, 12$); λ , a longitude (graus); φ a latitude (graus); h modelo digital de elevação; e A_n coeficientes da regressão.

Depois de verificada a boa correlação obtida com os modelos de temperatura gerados procedeu-se a espacialização da ET_0 do estado na forma de mapas temáticos em escala mensal através do software Idrisi Andes©, aplicando-se às imagens digitais de latitude, longitude e altitude da região na obtenção de todas as variáveis para determinação da ET_0 . Utilizou-se, como mapa de altitude, o modelo digital de elevação, obtido por intermédio de uma imagem de radar (SRTM) com resolução de $3''$, ou cerca de 90 metros. A radiação no topo da atmosfera foi determinada através de metodologia proposta por (ALLEN et al, 2006) considerando o 15º dia de cada mês como referência no computo da ET_0 média de cada mês.

3. Resultados e Discussão

Os coeficientes de determinação das equações de regressão múltiplas podem ser verificados na Tabela 2, as equações geradas apresentaram elevada precisão para determinar as temperatura máxima, mínima e média no estado do Ceará e podem ser utilizadas para gerar os mapas de ET_0 média do estado com certa exatidão.

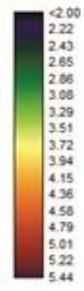
Na Figura 1 se apresenta os mapas de ET_0 médias do estado do Ceará, pode-se verificar uma elevada variabilidade, tanto para a escala mensal como a anual. O intervalo entre março e julho apresentou as menores demandas evapotranspirativa, sendo que nesta época esta concentra quase que a totalidade das precipitações anuais no estado. As máximas taxas foram registras entre os meses de setembro e novembro. Dantas Neto e Barra (2008) encontraram resultado semelhante ao espacializar dados de ET_0 de 11 localidades do estado do Ceará, através de um sistema de informações geográficas, verificaram uma tendência a diminuição da ET_0 com a evolução de novembro até o mês de junho, aumentado em seguida até outubro quando se verificaram os valores máximos.

Tabela 2. Coeficiente de determinação (R^2) das equações de temperatura máxima (TX), mínima (TN) e média (TM)

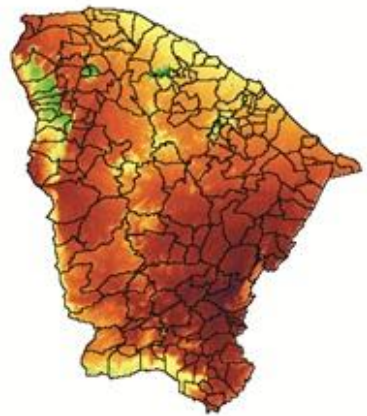
MÊS	TM	TX	TN	MÊS	TM	TX	TN
JAN	0,89	0,94	0,92	JUL	0,96	0,94	0,83
FEV	0,79	0,96	0,90	AGO	0,90	0,94	0,90
MAR	0,87	0,91	0,89	SET	0,97	0,93	0,95
ABR	0,92	0,97	0,90	OUT	0,97	0,88	0,96
MAI	0,91	0,91	0,92	NOV	0,96	0,93	0,89
JUN	0,96	0,93	0,88	DEZ	0,89	0,92	0,97



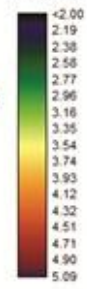
JAN



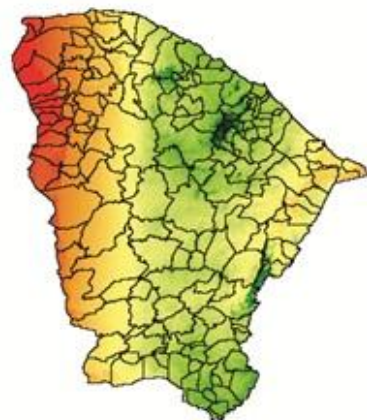
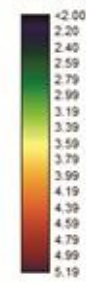
FEV



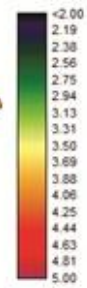
MAR



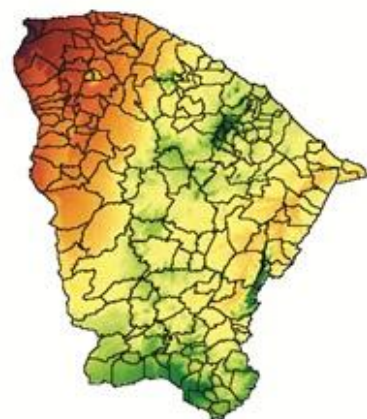
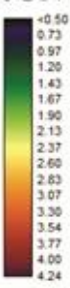
ABR



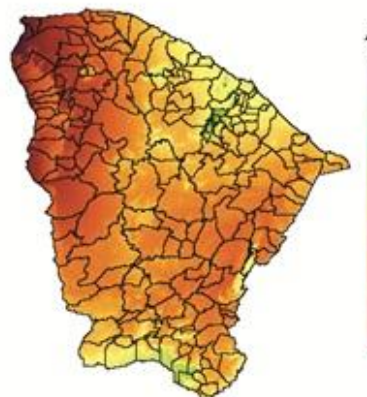
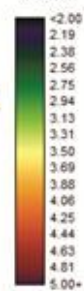
MAI



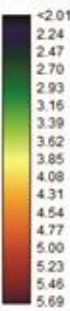
JUN



JUL



AGO



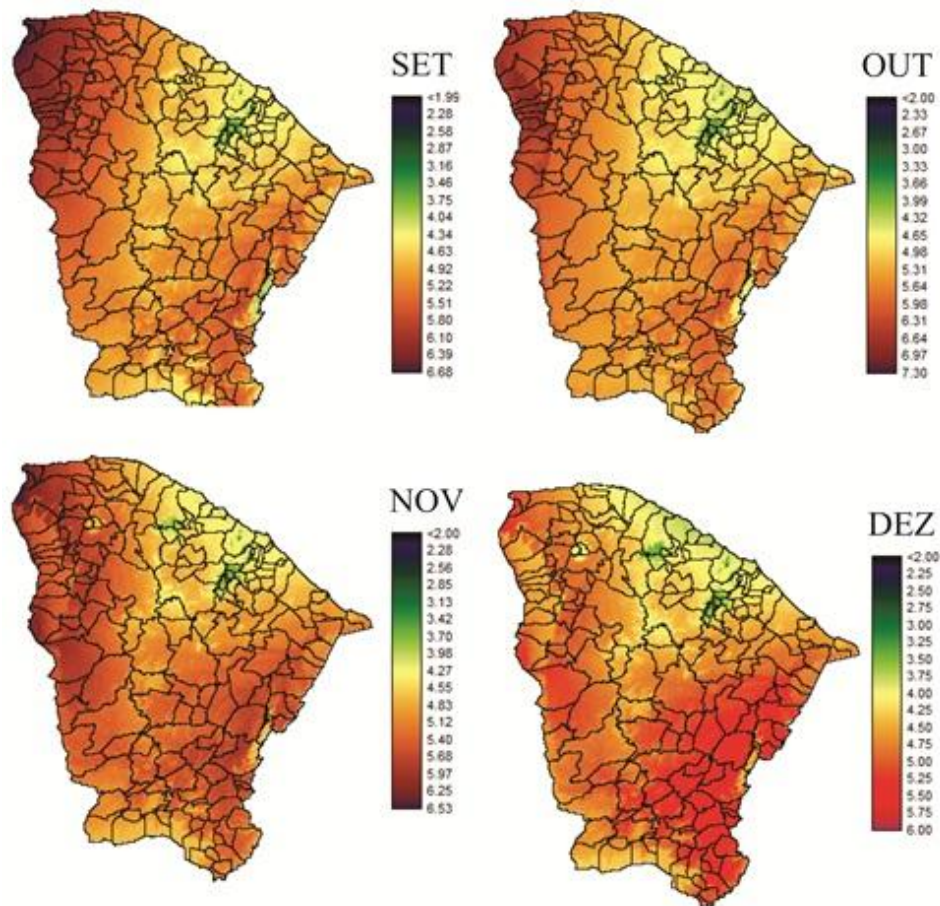


Figura 1. Evapotranspiração de referência média mensal do estado do Ceará

4. Conclusões

Os mapas gerados podem ser utilizados como indicadores pontuais da evapotranspiração de referência média estado. A ET_0 apresentou elevada variabilidade, tanto para a escala mensal como a anual.

5. Referências Bibliográficas

- Allen R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 297p (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- Bardin, L.; Júnior, M. J. P.; Morais, J. F. L. Estimativa das Temperaturas máximas e mínimas do ar para a região do Circuito das Frutas, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.6, p.618–624, 2010.
- Cargnelutti Filho, A.; Maluf, J. R. T.; Matzenauer, R. Coordenadas geográficas na estimativa das temperaturas máximas e médias decendiais do ar no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciências Rural**, Santa Maria, v.38, n.9, p.2448-2456, 2008
- Dantas Neto, F. S.; Barra, T. S. **Variação espaço-temporal da evapotranspiração de referência do estado do Ceará**. In: XV Congresso B. de Meteorologia. Resumos. SP, 2008.
- Hargreaves, G. H.; Samani, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied Enginneerring**, v.1, n.2, p.96-99, 1985.
- Sediyama, G. C. **Evapotranspiração: necessidades de água para as plantas cultivada**. Brasília, DF: ABEAS, 1998, 181p. (Curso de especialização por tutoria à distância).