



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Distribuição Espacial da Evapotranspiração de Referência (ET_o) Segundo o Método de Hargreaves-Samani no Território Brasileiro¹

Neilon Duarte da Silva²; Aureo Silva de Oliveira²; Monikuelly Mourato Pereira³; João Paulo Chaves Couto⁴; Paula Carneiro Viana⁵; Tatyana Keyty de Souza Borges⁶

¹Título do trabalho

² Agrônomo, Mestrando em Eng. Agrícola, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Fone: (75) 9143-6960,

E-mail: neylon_duart@hotmail.com

³ Agrônomo, Professor Associado, UFRB, E-mail: aureo@ufrb.edu.br

⁴ Tec. Irrigação e Drenagem, Doutoranda em Eng. Agrícola, UFRB, monikuelly@hotmail.com

⁵ Agrônomo, Mestrando em Eng. Agrícola, UFRB, E-mail: jpauloengagro@gmail.com

⁶ Tec. Irrigação e Drenagem, Doutoranda em Eng. Agrícola, UFRB, paulinhatmgm@hotmail.com

⁷ Agrônoma, Doutoranda em Eng. Agrícola, UFRB, tatyana_keyty@yahoo.com.br

RESUMO: A evapotranspiração de referência (ET_o) é um componente meteorológico importante para a gestão da irrigação e manejo da água em culturas agrícolas. Objetivou-se no presente trabalho espacializar a ET_o estimada pelo método de Hargreaves-Samani em todo o território brasileiro e suas regiões hidrográficas. Normais meteorológicas de 200 estações do INMET foram utilizadas cobrindo o período de 1970 a 2014. As localidades selecionadas são bem distribuídas por todo o território brasileiro e as normais contêm dados de temperatura máxima (T_x) e mínima (T_n) do ar. Os mapas foram confeccionados com software ArcGIS 9.3 e utilizando o método do Inverso do Quadrado da Distância (IDW). A maior amplitude anual de ET_o foi observada na bacia hidrográfica do São Francisco. As regiões contempladas pelas bacias do Uruguai, Atlântico – trecho Sudeste, Tocantins e Amazonas, apresentam variações semelhantes nos totais anuais de ET_o. Houve uma maior concentração dos maiores valores da ET_o na região central do Brasil, corroborando com a regionalização da amplitude térmica e a temperatura máxima. Como era de se esperar, nas regiões litorâneas observaram-se os menores valores de ET_o e as menores amplitudes anuais. Menores valores da amplitude térmica implicaram em menores valores das máximas aliado a menores valores da mínimas. A partir da geoespacialização da ET_o e das variáveis do modelo de Hargreaves-Samani foi possível visualizar o comportamento espacial em nível de bacias hidrográficas. Isso pode contribuir para o desenvolvimento e planejamento dos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: SIG, meteorologia, interpolação

Spatial Distribution of Reference Evapotranspiration (ET_o) in the Brazilian territory with the Hargreaves-Samani method¹

ABSTRACT: The reference evapotranspiration is a weather component important for the management of irrigation and management of water in agriculture, and still affects the climatic water balance. The objective of this paper specialize reference evapotranspiration (ET_o) using the Hargreaves-Samani method throughout the Brazilian territory and its river basin districts. Normal weather data containing 200 stations were used by the National Institute of Meteorology (INMET) 1970 to 2014. Well distributed throughout the Brazilian territory, contains the normal maximum temperature data and minimum air. The making of maps of the meteorological variables was made from the ArcGIS 9.3 software and using the Square Inverse Distance method of Inverse Distance Weighting (IDW). The catchment area of San Francisco is a region which has a greater range in annual total value of ET_o. The regions covered by the basins of Uruguay, Atlantic - Southeast Stretch, Tocantins and Amazon, have similar variation in the total values of ET_o. There was a higher concentration of the greatest values of ET_o in central Brazil,



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

supporting the regionalization of the temperature range and the maximum temperature. The smaller amplitudes were observed on the coast and the lower ETo values. Lower values of thermal amplitude resulted in lower values of maximum combined with lower values of the minimum. From the geospatialization ETo and Hargreaves Samani model variables was possible to visualize the spatial behavior at the level of river basins. This may contribute to the development and planning of water resources.

KEYWORDS: GIS, meteorology, interpolation

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração de referência (ETo) é um componente meteorológico importante para a gestão da irrigação e manejo da água em culturas agrícolas. A confiabilidade dos dados meteorológicos usados na estimativa desse componente é de suma importância, pois a ETo determina através do produto com o coeficiente de cultivo Kc o volume de água para irrigação para o econômico do uso de recursos hídricos (ALLEN, 1998; GAVILÁN *et al.*, 2006).

Diante dessa importância, existem diversos métodos de estimativa da ETo. Entre eles, o método de Penman-Monteith é o comumente mais usado por abranger diversos outros componentes importantes na determinação da ETo. Mas ainda, a falta de dados ou a presença de falhas em séries históricas, permitiu –se o desenvolvimento de modelos alternativos, baseados em dados de outras variáveis como radiação solar, umidade e temperatura. Nesse contexto, o método de Hargreaves & Samani (1985), que contempla dados de temperatura, é um dos métodos alternativos mais usados.

A falta de dados ou erros atribuídos à sensores mal calibrados, permite o uso de dos Sistemas de Informação Geográficas, que através da regionalização de variáveis meteorológicas, transformam assim informações de dados numéricos, que são obtidos de forma georreferenciada à superfície terrestre, em mapas interpolados, estimando dados em locais onde não havia informação da variável ou parâmetro estudado (PELLEGRINO *et al.*, 1998).

A partir da grande importância da evapotranspiração de referência (ETo) e a falta de dados regionalizados e em grande escala, objetivou-se com este trabalho realizar a geoespacialização da ETo em todo o território nacional.

MATERIAIS E MÉTODOS

Dados meteorológicos

Foram utilizados dados de normais meteorológicas contendo 200 estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de 1970 a 2014. Bem distribuídas por todo o território brasileiro, as normais contém dados de temperatura máxima e mínima do ar (Figura 1).

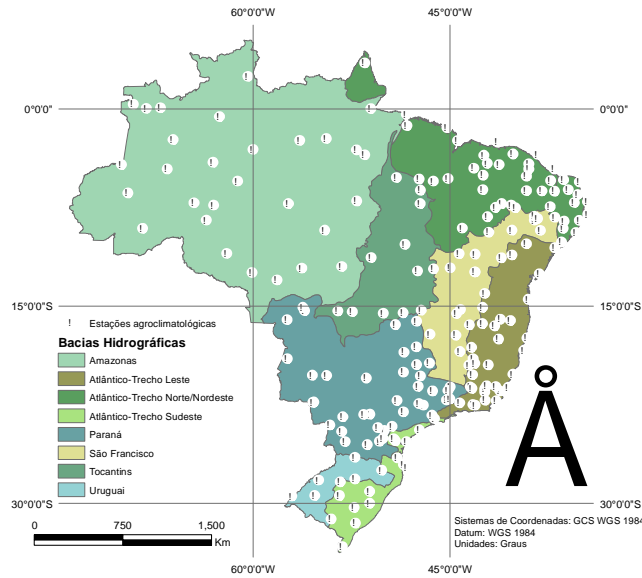


Figura 1. Distribuição das Bacias Hidrográficas e localização das estações meteorológicas do INMET.

Método da estimativa da ET_o Hargreaves-Samani (1985)

O modelo de Hargreaves & Samani (1985) é proposto pela (Equação 1) e é baseado em dados de temperatura máxima e mínima do ar, além da radiação solar extraterrestre.

$$ET_o = 0,0023 \cdot (T_m + 17,18) \cdot \sqrt{(T_x - T_n)} \cdot Ra \quad (1)$$

em que,

- ET_o – Evapotranspiração de Referência ($\text{mm} \cdot \text{dia}^{-1}$);
- T_m – Temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$);
- T_x – Temperatura máxima do ar ($^{\circ}\text{C}$);
- T_n – Temperatura mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$);
- Ra – Radiação solar no topo da atmosfera ($\text{mm} \cdot \text{dia}^{-1}$).

Interpolação dos dados

A confecção dos mapas das variáveis meteorológicas foi feita a partir do software ArcGIS 9.3 e utilizando o método do Inverso do Quadrado da Distância (*Inverse Distance Weighting*) (*IDW*) para interpolação espacial.

$$Z_p = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i W_i}{\sum_i W_i} \quad (2)$$

onde,

- Z_p é o valor interpolado
- Z_i é o valor amostrado
- W_i é a função de ponderação
- N é o numero de pontos

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados referentes a estatística descritiva dos valores de ETo para cada região hidrográfica brasileira. A bacia hidrográfica do São Francisco é a que apresenta maior amplitude nos valores totais anuais de ETo, conseqüentemente maior desvio padrão. Essa alta amplitude ocorre principalmente devido ao principal componente meteorológico da equação de Hargreaves-Samani, a temperatura do ar (Camargo&Sentelhas, 1997), e que apresenta as menores mínimas e as maiores máximas contemplando a bacia hidrográfica (Figura 2).

As regiões abrangidas pelas bacias do Uruguai, Atlântico-Trecho Sudeste, Tocantins e Amazonas, apresentam variações semelhantes nos valores totais de ETo. Além disso, tem ainda o menor desvio e a menor amplitude. Tratam-se de regiões úmidas e com temperaturas amenas durante boa parte do ano.

Tabela 2 - Estatística descritiva simples da ETo por bacia hidrográfica

Bacia Hidrográfica	Evapotranspiração de referência (ETo) anual				
	----- mm -----				
	Mínimo	Máximo	Amplitude	Média	Desvio Padrão
Uruguai	39,84	47.87	8.03	44.76	1.74
São Francisco	45,58	60.65	15.07	54.05	3.55
Atlântico -Trecho Norte/Nordeste	48,19	61.26	13.07	56.36	2.87
Atlântico -Trecho Leste	40.90	55.44	14.54	48.71	3.23
Atlântico -Trecho Sudeste	38.22	45.85	7.63	42.26	1.47
Tocantins	52.45	60.96	8.51	59.11	1.17
Amazonas	51.65	60.93	9.29	54.58	1.71
Paraná	41.18	54.39	13.21	47.43	2.88

A Figura 2 representa a geoespacialização da ETo e dos principais componentes meteorológicos da equação de Hargreaves-Samani. Há uma concentração dos maiores valores da ETo na região central do Brasil, corroborando com a regionalização da amplitude térmica e a temperatura máxima. Conforme o modelo de Hargreaves-Samani, o aumento da amplitude térmica bem como da temperatura máxima implica em valores altos de ETo. Gavilán, *et al.*, (2006) isso é verificado na Figura 2.

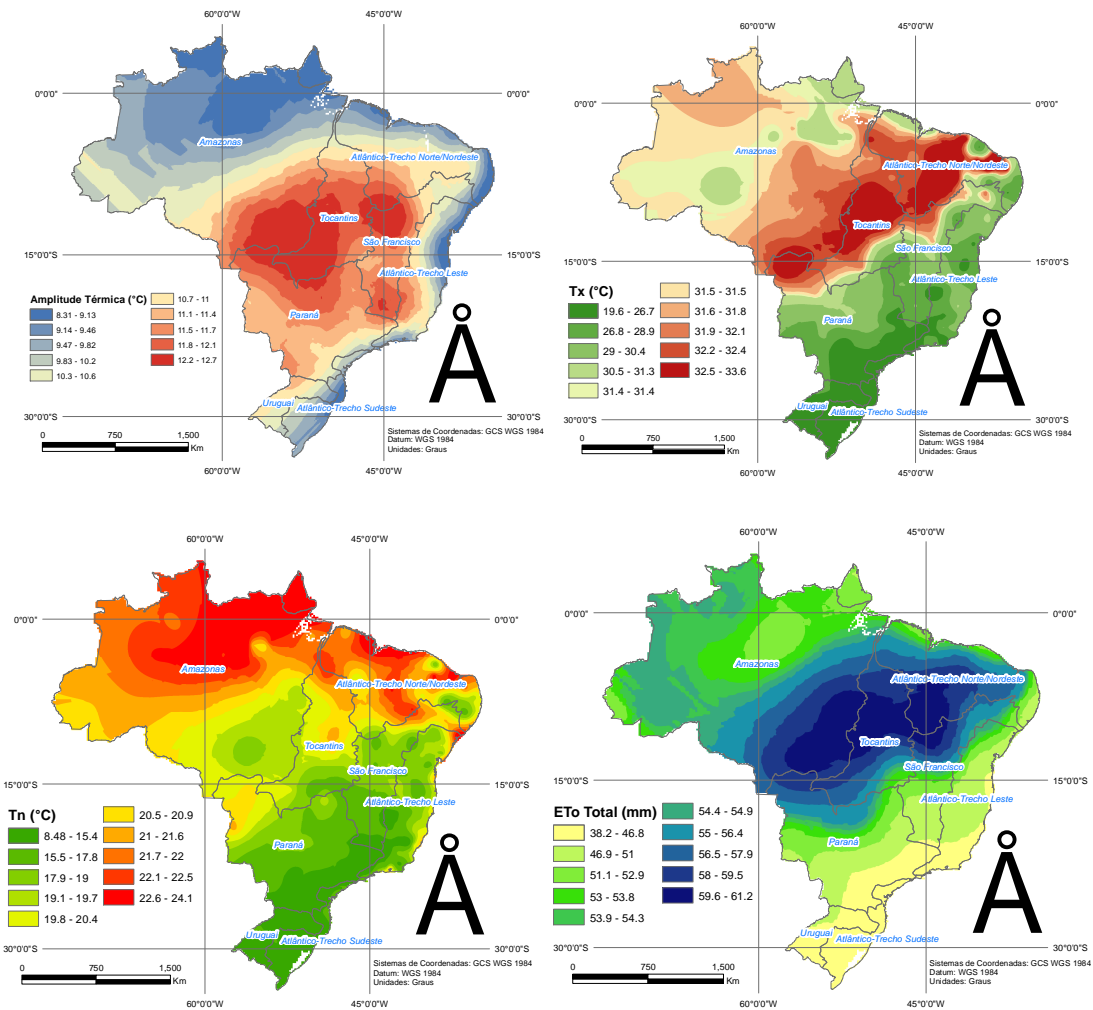


Figura 2. Geoespacialização da Evapotranspiração, Amplitude Térmica, Temperatura máxima e temperatura mínima no território nacional.

CONCLUSÕES

Ha uma relação direta entre a amplitude térmica e a ETo, quanto maior a amplitude maior será a ETo.

A uma atenuação na ETo total anual nas regiões que contemplam as bacias do Uruguai, Atlântico-Trecho Sudeste, Tocantins e do Amazonas. Na Bacia do São Francisco essa atenuação é baixa devido à alta amplitude térmica.

A partir da geoespacialização da ETo e das variáveis do modelo de Hargreaves Samani foi possível visualizar o comportamento espacial anível de bacias hidrográficas. Isso contribui para o desenvolvimento e planejamento dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G. et al. **Crop evapotranspiration** - guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 297 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



CAMARGO, A.P. de; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, p.89-97, 1997.

GAVILÁN, P. et al. Regional calibration of Hargreaves equation for estimating reference ET in a semiarid environment. **Agricultural Water Management**, v. 81, n. 03, p. 257-281, 2006.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 01, n. 02, p. 96-99, 1985.

LOPEZ-URREA, R. F. OLALLA, F. M. S., FABEIRO, C., MORATALLA A. An evaluation of two hourly reference evapotranspiration equations for semiarid conditions. **Agricultural water management** 86 277–282, 2006.

PELLEGRINO, G. Q.; PINTO, H. S.; ZULLO JÚNIOR, J.; BRUNINI, O. **O uso de sistemas de informações geográficas no mapeamento de informações agrometeorológicas** 1998.