

## MÉTODO DE HARGREAVES-SAMANI A PARTIR DA ESTIMATIVA DA TEMPERATURA DO AR E A PARTIR DE NORMAIS CLIMATOLÓGICAS <sup>1</sup>

---

André Luiz Ribas de Oliveira <sup>2</sup>; Sandra Regina Pires de Moraes<sup>3</sup>; Juliana da Silva Rodrigues<sup>4</sup>

Artigo do projeto de pesquisa: Método de HARGREAVES-SAMANI a partir da estimativa da temperatura do ar e a partir de normais climatológicas

<sup>2</sup>Professor pós Dr. UEG/UNUCET – Orientador (Ciências do Ambiente), Uni-ANHANGUERA, [andreluizaps@yahoo.com.br](mailto:andreluizaps@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Professora pós Dra. UEG/UNUCET (Meteorologia e Climatologia – Análise estatística), FACIPLAC – GAMA, ANÁPOLIS, BRASIL.

<sup>4</sup>Bolsistas PBIC-UEG.

---

### RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo geral comparar o Método de Hargreaves-Samani a partir da estimativa da temperatura do ar e a partir das normais climatológicas. Os objetivos específicos foram: Estimar as temperaturas máximas e mínimas para o estado de Goiás, a partir de coordenadas geográficas; Utilizar no método de Hargreaves-Samani dados de entrada referentes à estimativa da temperatura do ar; Avaliar a melhor alternativa para ETo (evapotranspiração) com base nos valores de temperatura estimados e observados, com base nos maiores valores do coeficiente de determinação e menores valores de SEE (erro padrão da estimativa). As coordenadas geográficas – latitude, longitude e altitude, foram listadas conforme apresentadas por SILVA (1997), para 118 municípios do Estado de Goiás. Para cada município foram estimados os valores temperaturas máximas e mínimas, e calculadas as médias das temperaturas, conforme equações apresentadas por PEREIRA et al (2002). Para cálculo dos valores de ETo pelo método de Hargreaves-Samani a partir de normais climatológicas os dados foram obtidos de estações meteorológicas vinculadas ao INMET, à escola de Agronomia da UFG e ao INPE. Os dados estimados e observados de temperatura máxima, mínima e média foram organizados em planilha do Excel®, e subsidiaram os cálculos da ETo pelo método proposto por Hargreaves e Samani (1985), empregando-se o programa REFE-ET, desenvolvido por ALLEN et al (2000). Com valores de ETO estimados e observados, foram ajustadas equações de regressão, e as comparações foram feitas com base no erro padrão da estimativa (SEE) e no coeficiente de determinação ( $r^2$ ). A forma de obtenção dos dados de temperatura para determinação da ETo foram avaliados tomando-se como melhor alternativa os que apresentaram maiores valores de  $r^2$  e menores valores de SEE.

**PALAVRAS CHAVE:** Hargreaves e Samani, evapotranspiração, REFE-ET.

---

<sup>1</sup>Artigo do projeto de pesquisa: Método de HARGREAVES-SAMANI a partir da estimativa da temperatura do ar e a partir de normais climatológicas

<sup>2</sup> Professor pós Dr. UEG/UNUCET – Orientador (Ciências do Ambiente), Uni-ANHANGUERA, [andreluizaps@yahoo.com.br](mailto:andreluizaps@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Professora pós Dra. UEG/UNUCET (Meteorologia e Climatologia – Análise estatística), FACIPLAC – GAMA.

<sup>4</sup> Bolsistas PBIC-UEG.

## **METHOD HARGREAVES-SAMANI FROM THE ESTIMATED OF TEMPERATUTA AIR AND FROM NORMAL WEATHER<sup>1</sup>**

### **ABSTRACT**

The purpose of this study is compare the general method Hargreaves-Samani from the estimated of the temperature of the air and from normal weather. The specific objectives were: To estimate the maximum and minimum temperatures for the state of Goiás, from geographical coordinates; Using the method of Hargreaves-Samani data input regarding the estimation of air temperature; evaluate the best alternative for ETo (evapotranspiration) based on the estimated values of temperature and observed, based on the higher values of the coefficient of determination and smaller values of SEE (standard error of estimate). The geographical coordinates - latitude, longitude and altitude, were listed as presented by SILVA (1997), to 118 municipalities in the state of Goiás .For each municipality were estimated maximum and minimum temperatures, and calculated the averages of temperatures, as equations presented by PEREIRA et al (2002). To calculate the values of ETo by the method of Hargreaves-Samani from normal weather data were obtained from weather stations: INMET, the school of Agronomy of UFG and INPE. The estimated data of maximum temperature, minimum and average were organized in the Excel ® spreadsheet, and subsidized the calculations ETo according the method proposed by HARGREAVES AND SAMANI (1985), using the program REFE-ET, developed by ALLEN et al (2000). With values of ETO estimated and observed, the regression equations were adjusted, and comparisons were made based on the standard error of estimate (SEE) and the coefficient of determination ( $r^2$ ). The way to collect data to determine the temperature of ETo were evaluated taking the best alternative that showed higher values of  $r^2$  and lower values of SEE.

**KEYWORDS:** Hargreaves and Samani, evapotranspiration, REFE-ET.

### **INTRODUÇÃO**

Qualquer planejamento que vise rendimento e qualidade do produto deve utilizar, de maneira eficiente, os recursos de que dispõe. Dessa maneira surge a necessidade do uso dos recursos hídricos (água), com a máxima eficiência possível. Para isso, é preciso conhecer as relações entre solo-água-planta-atmosfera, indispensáveis a quantificação das perdas de água pelo solo e pela planta.

Devido à importância do processo de transferência de água para a atmosfera na forma de vapor, bem como a sua complexidade, envolvendo características do solo, da vegetação e da atmosfera, muito esforço tem sido despendido, por pesquisadores do mundo inteiro, na compreensão e estabelecimento de métodos de estimativa desse processo.

Na agricultura, informações quantitativas da evapotranspiração são de grande importância na avaliação da severidade, distribuição e frequência dos déficits hídricos, elaboração de projetos e manejo de sistemas de irrigação e drenagem.

Há vários métodos para determinar a evapotranspiração, os quais, em sua maioria, estimam a evapotranspiração potencial, ou seja, a que ocorre quando não há deficiência de água no solo que limite seu uso pelas plantas. Assim, Segundo REICHARDT & TIMM (2004), BERNARDO et al. (2006), a evapotranspiração de referência (ETo) é a evapotranspiração de uma superfície extensiva, totalmente

coberta com grama de tamanho uniforme, com oito a 15 cm de altura e em fase de crescimento ativo, em solo com ótimas condições de umidade.

Inúmeras publicações abordam aspectos ligados a Evapotranspiração, PENMAN (1948,1956), THORNTHWAITTE (1948), FONTANA (1992), BOUCHET (1963), MATZENAUER (1992), DOORENBOS & KASSAM (1994) e outras. Existem diversos métodos para se estimar a ETo, sendo que a possibilidade de utilização de cada método depende dos registros dos elementos climáticos disponíveis em determinado local ou região.

O cálculo diário da ETo é a base para se determinar o valor da lâmina de irrigação a ser aplicada. O método de Penman-Monteith-FAO considerado padrão para o cálculo de ETo (SEDIYAMA, 1996; ALLEN et al., 1998), para sua utilização são empregados dados de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR), radiação solar (Rs) e velocidade do vento (V). Os produtores rurais, contudo, nem sempre dispõem desses dados, sendo necessária a utilização de métodos mais simples para o cálculo de ETo. Estes métodos empíricos, segundo PENMAN (1963), têm suas limitações reconhecidas tanto por seus críticos como por seus autores, mas, enquanto prosseguem a busca por melhores soluções, eles fornecem valores de consumo de água para uso do balanço hídrico e, nas melhores condições, apresenta valores, pelo menos, tão precisos quanto os que podem ser obtidos por medidas diretas no campo, fazendo isso de modo mais fácil e acessível aos produtores rurais.

Um dos métodos mais empregados em áreas irrigadas é o do tanque Classe A, no qual a ETo é calculada multiplicando-se os valores diários da evaporação do tanque (ECA) por um coeficiente (Kp), função da distância da bordadura ao redor do tanque, da velocidade do vento (V) e da umidade relativa do ar (UR).

Métodos que utilizam somente a temperatura do ar para a estimativa da ETo também podem ser empregados pelos produtores para o manejo da irrigação, pois a temperatura do ar é, dentre as variáveis meteorológicas, a de maior efeito direto e significativo sobre muitos processos fisiológicos que ocorrem na natureza, influenciando e contribuindo substancialmente para a demanda evapotranspiratória local, sendo seu conhecimento fundamental em estudos de planejamento agrícola.

Em zoneamentos de aptidão climática das culturas, as informações das condições térmicas regionais são elementos imprescindíveis e sua escassez em grandes áreas limita estudos suficientemente detalhados sobre o planejamento agrícola, como é o caso da região Nordeste do Brasil (SEDIYAMA e MELO JÚNIOR,1998). Segundo HENRIQUE (2006) a temperatura do ar é uma variável climática muito importante para a agricultura, influenciando diretamente no desenvolvimento das plantas. A elevação da temperatura do ar tem efeitos importantes no crescimento das plantas, como por exemplo, no aumento da evapotranspiração. Em contrapartida, a diminuição da temperatura do ar pode afetar a duração dos estádios fenológicos da cultura, prolongando a duração do ciclo (FILHO et al., 2005).

ALMEIDA e SÁ (1984) estudaram para a região de Ilhéus e Itabuna a relação entre latitude, longitude e altitude e a temperatura média mensal do ar, temperatura máxima, média mensal e a temperatura mínima média mensal. A utilização das três coordenadas para estimativa da temperatura média mensal do ar proporcionou os melhores resultados. CARVALHO (2001) testou a capacidade de predição dos modelos de estimativa da temperatura média mensal do ar, utilizando valores observados e calculados para os municípios de Barreiras e Morro do Chapéu,

ambos na Bahia, encontrando boa confiabilidade para todos os meses do ano. RAMOS et al., (2005) concluíram que a estimativa da temperatura média mensal do ar na bacia hidrográfica do rio Itapicuru, para todos os meses do ano, podem ser feita com precisão a partir do conhecimento da latitude, longitude e altitude local.

O meio mais fácil e mais usado de medir a evapotranspiração diretamente é através de lisímetros e tanques evapotranspirômetros. Neles a precisão dos instrumentos depende de como o solo e a cultura são cultivados no tanque. Porém, apesar da estrutura do instrumento modificar o microclima em todos os aspectos, não nos garante medidas eficientes. Portanto, esses instrumentos não satisfazem as condições de contorno e o solo dificilmente apresenta as mesmas características originais, fornecendo apenas comportamentos muito particulares de transferência de água para a atmosfera. Logo, muitas vezes é mais viável e preciso estimar a evapotranspiração através dos principais parâmetros ambientais reguladores do processo, combinados entre si por diferentes métodos, KNAPP (1985).

Normalmente, os dados de temperatura do ar em determinado local ou região estão mais disponíveis, permitindo que o método de Hargreaves-Samani possa ser utilizado e difundido para a estimativa da ETo no estado de Goiás. De acordo com CONCEIÇÃO e MARIN (2004), o cálculo de ETo utilizando o método de Hargreaves-Samani é relativamente simples e pode ser empregado com facilidade. Esse método foi testado em duas regiões vinícolas brasileiras e, quando comparado ao método padrão, apresentou uma tendência média em superestimar os valores diários de ETo em 2%, no noroeste paulista, e em 1%, na Serra Gaúcha (CONCEIÇÃO; MARIN, 2005; CONCEIÇÃO; MANDELLI, 2005). O seu desempenho foi classificado como muito bom nos dois locais estudados, de acordo com os coeficientes estatísticos adotados (CONCEIÇÃO; MARIN 2005; CONCEIÇÃO; MANDELLI, 2005).

Desta forma, comparou-se ao Método de Hargreaves-Samani a partir da estimativa da temperatura do ar e das normais climatológicas para a evapotranspiração de referência mensal em 118 municípios do Estado de Goiás. Tomou-se como dados de entrada as estimativas das temperaturas máximas, mínimas e média, conforme equação apresentada por PEREIRA et al (2002) e dados de normais climatológicas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para o cálculo da ETo pelo método de Hargreaves-Samani a partir de normais climatológicas, os dados foram obtidos de períodos não uniformizados do maior número de anos disponíveis nos registros das estações meteorológicas vinculadas ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, assim como os dados disponíveis na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia- GO.

Em seguida, para cada município foram estimadas os valores de ETo a partir das observações obtidas das normais climatológicas disponíveis nas estações meteorológicas do estado de Goiás. As observações foram: temperatura máximas e mínimas, organizadas em planilha do Excel®, para subsidio do cálculo da ETo pelo método proposto por Hargreaves e Samani (1985), empregando-se o programa REF-ET, desenvolvido por ALLEN et al (2000).

Para o cálculo da ETo estimada as coordenadas geográficas – latitude, longitude e altitude, foram listadas conforme apresentadas por SILVA (1997), para

118 municípios do Estado de Goiás. Assim, para cada município foram estimados os valores: temperaturas máximas, mínimas e médias conforme equação apresentada por PEREIRA et al (2002):

$$T_x = a + b.ALT + c.LAT + d.LON$$

Sendo:

$T_x$  = estimativa da temperatura média do ar (°C)

ALT = altitude do local (m)

LAT = latitude (min)

LON = longitude (min)

a,b,c,d = coeficientes estimados estatisticamente para cada região (ALFONSI et al, 1974 ; COELHO et al, 1973; PINTO e ALFONSI, 1974; FERREIRA et al, 1971; PINTO et al, 1972; TUBELIS e NASCIMENTO, 1980).

O cálculo da temperatura média foi feito de acordo com a equação apresentada por PEREIRA et al (2002):

$$T_{med} = (T_{max} + T_{min}) / 2$$

Sendo:

$T_{med}$  = Temperatura media (°C)

$T_{max}$  = Temperatura máxima (°C)

$T_{min}$  = Temperatura mínima (°C)

Os dados estimados foram organizados em planilha do Excel®, e subsidiaram o cálculo da ETo pelo método proposto por Hargreaves e SAMANI (1985), empregando-se o programa REF-ET, desenvolvido por ALLEN et al (2000).

Com os valores estimados e observados mensalmente, foram ajustadas equações de regressão, a fim de se analisar as relações existentes entre as formas de obtenção dos dados de temperatura para determinação da ETo no estado de Goiás. As comparações foram feitas com base no erro padrão da estimativa (SEE) e no coeficiente de determinação ( $r^2$ ) das equações de regressão ajustadas. A forma de obtenção dos dados de temperatura para determinação da ETo foram avaliadas tomando-se como base melhor alternativa os que apresentaram maiores valores de  $r^2$  e menores valores de SEE.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A evapotranspiração de referência obtida a partir do método de HARGREAVES-SAMANI, dentre todos os métodos empregados para o cálculo da ETo é o menos exigente em dados, necessita de informações disponíveis na maioria das estações meteorológicas do país: temperaturas máximas, mínimas, médias, e de dados já estabelecidos para a maioria das cidades do país, como latitude, longitude, altitude e radiação solar global terrestre. Dentre essas variáveis a temperatura é o fator que mais influenciou na ETo mensal. A temperatura do ar atua no processo de evapotranspiração, devido ao fato de que o ar aquecido próximo às plantas transfere energia para a cultura na forma de fluxo de calor sensível aumentando as taxas evapotranspiratórias.

Para o estado de Goiás os dados referentes a latitude, longitude, altitude e radiação solar global terrestre não tiveram influencia significativa se comparados aos

dados de temperatura, que conforme tabela abaixo, explicam o comportamento da curva de ETo.

O estabelecimento do melhor método para a determinação da ETo utilizando a equação de Hargreaves-Samani foi feita com base nos maiores valores de  $r^2$ , conforme tabela abaixo:

Estatisticamente os dois tratamentos não apresentaram diferenças significativas pelo teste T de student e F de análise de variância, com 95% de confiança. A escolha do melhor tratamento considerou os maiores valores do coeficiente de determinação ( $r^2$ ), uma medida da proporção da variabilidade em uma variável que é explicada pela variação da outra.

**TABELA 1.** Equações de regressão para valores de ETo, em função da temperatura (T), com os respectivos coeficientes de determinação ( $r^2$ ), para todos os meses do ano.

ETo estimada			ETo real		
Mês	Equação	$r^2$	Mês	Equação	$r^2$
JAN	$ETo = 138,06 + 2,124T$	0,67	JAN	$ETo = 131,21 + 2,7723T$	0,85
FEV	$ETo = 125,17 + 2,3866T$	0,78	FEV	$ETo = 139,42 + 3,1878T$	0,52
MAR	$ETo = 122,31 + 2,6633T$	0,88	MAR	$ETo = 146,14 + 1,703T$	0,65
ABR	$ETo = 107,5 + 2,7405T$	0,75	ABR	$ETo = 159,45 + 1,6756T$	0,42
MAI	$ETo = 96,99 + 2,5297T$	0,70	MAI	$ETo = 151,71 + 1,933T$	0,46
JUN	$ETo = 86,44 + 2,6942T$	0,72	JUN	$ETo = 155,02 + 1,4255T$	0,24
JUL	$ETo = 94,7 + 3,0692T$	0,81	JUL	$ETo = 166,21 + 1,9456T$	0,46
AGO	$ETo = 113,85 + 3,6602T$	0,74	AGO	$ETo = 154,19 + 4,3993T$	0,48
SET	$ETo = 127,51 + 3,4325T$	0,83	SET	$ETo = 174,58 + 1,7225T$	0,60
OUT	$ETo = 145,35 + 2,6376T$	0,78	OUT	$ETo = 163,79 + 1,4945T$	0,53
NOV	$ETo = 119,38 + 4,0982T$	0,51	NOV	$ETo = 144,97 + 1,228T$	0,46
DEZ	$ETo = 141,52 + 1,939T$	0,53	DEZ	$ETo = 149,59 + 1,9934T$	0,78

O método para cálculo da ETo a partir da equação de HARGREAVES-SAMANI (1985), utilizando dados estimados apresentou os maiores valores de coeficiente de determinação, exceto para os meses de janeiro e fevereiro, possivelmente devido a fatores não influenciados pela temperatura.

A ETo a partir de dados reais constitui um método dispendioso para os produtores rurais que necessitam dos dados para cálculo de ETo, devido a dificuldade de coleta dos mesmos, através da internet. Enquanto o método da estimativa pode ser aplicado com maior facilidade pelo produtor rural que deseja obter os dados para lâmina de irrigação, já que este necessita apenas de dados de latitude, longitude e altitude da região para a estimativa das temperaturas e cálculo da ETo.

O presente trabalho, possibilitou o estabelecimento de equações de regressão mensais, para cálculo da ETo utilizando-se a equação de HARGREAVES-SAMANI (1985), para municípios do estado de Goiás. Com dados de entrada como a temperatura local, obtida com facilidade em qualquer região, o produtor rural, que deseje obter a ETo para manejo de irrigação, pode fazer uso das equações de regressão de acordo com a época do ano.

## CONCLUSÃO

O tratamento, ETo a partir de dados estimados mostrou-se melhor quando comparado ao ETo a partir de dados reais, tomando-se como critério o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) mais próximo de um.

As equações de regressão estabelecidas explicam o comportamento da ETo em função da temperatura, dessa maneira, podem subsidiar o cálculo da ETo, de acordo com a época do ano que o irrigante necessitar, e para os municípios do estado de Goiás.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSI, R.R.; PINTO, H.S.; PEDRO JÚNIOR, M.J. Estimativas das normais de temperaturas média mensal e anual do Estado de Goiás (BR) em função de altitude e latitude. **Caderno de Ciências da Terra**, v.45, p.1-6, 1974.

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

ALLEN, R.G. REF-ET **Reference evapotranspiration software**, Kimberly , University of Idaho 2000. Disponível em:< [www.kimberly.uidaho.edu/ref-et/](http://www.kimberly.uidaho.edu/ref-et/)>, acesso em: 02 outubro de 2006.

ALMEIDA, H.A.; FINIZOLA DE SÁ, D. **Estimativa das temperaturas médias, máximas e mínimas mensais e anuais do sudeste da Bahia**. Centro de pesquisa do cacau, Ilhéus, Bahia. Revista Theobroma, v. 14, n.2, 1984, pp.135-142.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8ª ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 611p.

BOUCHET, R. J. **Evapotranspiration reele evapotranspiration potentielle et production agricole**. Annales Agronomiques. v.14, n.5, 1963, pp. 743-824.

CARVALHO, B.C.L. de. **Modelos matemáticos para estimativa da temperatura em diferentes localidades do estado da Bahia**. Salvador, Bahia Agrícola, v. 4, n.3, 2001.

COELHO, D.T.; SEDIYAMA, G.C.; VIEIRA, M **Estimativas das temperaturas médias mensais e anuais do estado de Minas Gerais**. Revista Ceres, 20(1120): 455-459, 1973.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; MANDELLI, F. **Estimativa da evapotranspiração de referência diária para a região de Bento Gonçalves, RS**. Revista Brasileira de Agrometeorologia. Santa Maria, 2005.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; MARIN, F. R. **Estimativa da evapotranspiração de referência utilizando os métodos de Hargreaves-Samani e do tanque Classe A**. In: congresso brasileiro de agrometeorologia, 14., 2005, Campinas. Anais. Campinas: UNICAMP,2005.

CONCEIÇÃO, M.A.F, MARIN, F.R. **Balanço hídrico com diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referencia.** IN:CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM,14.2004, Porto alegre ABID, 2004. CD-ROM.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Tradução: GHEYI, H.R. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1994. 306 p. (Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 33)

FERREIRA, M.; BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; PINTO, H.S. Estimativa das temperaturas médias mensais e anuais do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.1, p.21-52, 1971.

FILHO, J. S, et al. **Avaliação de três simulados de dados climáticos na geração de dados diários de temperatura do ar I-temperatura mínima.** In: XIV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Campinas-SP, Estatística e modelagem, 2005, p. 54-55.

FONTANA, D.C. **Determinação da Evapotranspiração.** In: BERGAMASCHI, H. (Coord.), Agrometeorologia aplicada à irrigação. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, cap. 4, 1992, pp. 48-61.

HARGREAVES, G.H, et al. **Reference crop evapotranspiration from ambienta ir temperature.**Chicago, Amer.Soc.Agric. Meeting. (Paper 85-2517) 1985.

HENRIQUE, N. A. F. **Estimativa da evapotranspiração de referência em Campina Grande - PB.** Tese ( Mestrado em Agronomia: Meteorologia ) – Universidade federal de Campina Grande. Campina Grande – PB, 2006.107.

KNAPP, H. V. **Evaporation and Transpiration.** In: HOUGHTON, David D. Handbook of Applied Meteorology. Jonh Wiley & Sons., New York, 1985, pp. 537-554.

MANDELLI, F, et al. **Cálculo da evapotranspiração de referência com base na temperatura do ar.** Bento Gonçalves- Rio Grande do Sul, 2005.

MARIN, R. F, et al. **Estimativa da evapotranspiração de referência utilizando os métodos de hargreaves-samani e do tanque classe a.** Jales, São Paulo.2004.

MATZENAUER, R. **Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficientes de cultura.** In: Bergamaschi, H. (Coord.), Agrometeorologia aplicada à irrigação. Porto Alegre: Ed. Da Universidade / UFRGS. Cap. 3, 1992, pp. 31-39.

PENMAN, H. L. Evaporation, transpiration and evapotranspiration. In: **Vegetation and hydrology.** Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux., 1963, p.30-50.

PENMAN, H. L. **Evaporation: an introductory survey**. Neth. J. Agric. Sci. v. 4, 1956, pp. 9-29.

PENMAN, H. L. **Natural evaporation from open water, bare soil and grass**. Proceeding of the Royal Society of London, v. 193, n° 1032, 1948, pp. 120-146.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba.: Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 478 p.

PINTO, H.S.; ALFONSI, R.R. Estimativa das temperaturas médias, máximas e mínimas mensais no Estado do Paraná, em função de altitude e latitude. **Caderno de Ciências da Terra**, v.52, p.1-28, 1974.

PINTO, H.S.; ORTOLANI, A.A.; ALFONSI, R.R. Estimativa das temperaturas médias mensais do Estado de São Paulo em função de altitude e latitude. **Caderno de Ciências da Terra**, v.23, p.1-20, 1972.

RAMOS, D.G.; OLIVEIRA, A. S.; PAZ V. P. da; PEREIRA, F. A. de. **Estimativa da temperatura média do ar na bacia do rio Itapicuru, Bahia**. In: XIV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Campinas-SP, Estatística e modelagem, 2005, pp. 104-105.

REICHARDT, K. TIMM, L. C. **Solo planta e atmosfera: processos e aplicações**. Barueri-SP: Manole, 2004. 478p.

SEDIYAMA, G.C. **Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.4, n.1, p.i-xii, 1996.

SEDIYAMA, G.C.; MELO JÚNIOR, J.C.F. **Modelos para Estimativas das Temperaturas Normais Mensais Médias, Máximas, Mínimas e Anual no Estado de Minas Gerais**. Rev. Eng. Agricultura, 1998, pp. 57-61.

SILVA, S.C. **Estudo e análise espaço-temporal do risco climático no arroz de sequeiro, em áreas constituídas de areia quartzosa e latossolo, no estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado em meteorologia agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 1997.78 p.

THORNTHWAITE, C.W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geographical Review, New York, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948

TRIOLA, Mario F. **Introdução à estatística**. 7. ed. Minas Gerais: Ltc, 356 p.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1980. 374 p.