



## ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA O MUNICÍPIO DE MARILÂNDIA – ES.

JOSÉ GERALDO FERREIRA DA SILVA<sup>1</sup>, HUGO ELY DOS ANJOS RAMOS<sup>2</sup>, GIZELLA CARNEIRO IGREJA<sup>3</sup>, ROZIANE ATAYDES DE FREITAS<sup>4</sup>, GEAZI ALBINO DA ROCHA<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, Doutor, Pesquisador do INCAPER/Vitória – ES. [jgeraldo@incaper.es.gov.br](mailto:jgeraldo@incaper.es.gov.br)

<sup>2</sup> Meteorologista, Bolsista da FAPES, INCAPER/Vitória – ES.

<sup>3</sup> MSc. Engenharia Ambiental, Analista de Meio Ambiente e Recursos Hídricos IEMA/ Vitória – ES.

<sup>4</sup> Graduada em Administração, com ênfase em Análise de Sistemas, Bolsista do CNPq, INCAPER/Vitória – ES.

<sup>5</sup> Graduado em Sistemas de Informação, Bolsista do CNPq, INCAPER/Vitória – ES.

Apresentado no

IX Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2010

XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2010

25 a 29 de julho de 2010 - Vitória - ES, Brasil

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi estimar a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) mensal para Município de Marilândia – ES, pelo método empírico de HARGREAVES e SAMANI (1985) por este ser um método simplificado para a sua determinação. Foram utilizados dados médios mensais de temperatura do ar durante o período de 1976 a 2006, da estação Meteorológica do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, localizada na latitude  $19^{\circ}24'25''S$ , longitude de  $040^{\circ}32'20''W$  e a 104 m acima do nível do mar, no município de Marilândia, Espírito Santo, onde após o processamento dos dados através do uso do editor de planilhas Excel<sup>®</sup> foram calculadas as médias mensais de evapotranspiração. Climatologicamente, o município está classificado de acordo com o método de THORNTHWAITE (1948) como  $C_1da'a'$ , e pelo método de KÖPPEN e GEIGER (1928) por  $Aw$ . Os valores de  $ET_0$  variam de 93 mm a 180 mm, sendo que entre os meses de junho e julho apresentam os menores valores de  $ET_0$  provocado pela restrição térmica na região, enquanto os meses de outubro a março apresentam os maiores valores de  $ET_0$ .

**PALAVRAS-CHAVE:** Evapotranspiração; Hargreaves e Samani; Marilândia – ES.

## ESTIMATE REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION FOR THE CITY OF MARILÂNDIA-ES.

**ABSTRACT:** The aim of this assignment is to show the estimate the monthly reference of evapotranspiration ( $ET_0$ ) to the city of Marilândia – ES through the empirical method HARGREAVES and SAMANI (1985) due to the simplicity of this method. From 1976 to 2006 monthly methods of air temperature were utilized from Weather Station of “*Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural*” - INCAPER located at latitude  $19^{\circ}24'25''S$ , longitude  $040^{\circ}32'20''W$  and altitude 104 m above sea level, in Marilândia – ES. Where monthly averages of evapotranspiration were calculated after data process of Excel<sup>™</sup> spreadsheet. Climatologically, the city is classified in accordance with THORNTHWAITE (1948) method, such as  $C_1da'a'$  and also KÖPPEN e GEIGER (1928) method, such as  $Aw$ . The values of  $ET_0$  vary from 93 mm to 180 mm but between June and

July they present the lowest values of  $ET_0$  due to thermal restriction in the region. On the other hand, between October and March the highest values of  $ET_0$ .

**KEYWORDS:** Evapotranspiration, Hargreaves and Samani, Marilândia – ES.

## INTRODUÇÃO

O Estado do Espírito Santo, apesar de sua pequena extensão territorial (46.053,362 Km<sup>2</sup>), possui uma variabilidade climática bastante significativa. Segundo TAQUES e DADALTO (2007) 63,2% do Estado possuem alguma restrição ou impedimento hídrico para o cultivo da cultura do café. Segundo FEITOSA (2001) esta área é caracterizada como sendo terras quentes. O Município de Marilândia está localizado na latitude 19°24'48"S, na longitude de 040°32'27" altitude de 130 metros acima do nível do mar e possui uma área de 309,0 km<sup>2</sup>, equivalente a 0,67% do território do Estado do Espírito Santo (IBGE, 2004). De acordo com o mapa de unidades naturais, a área do município possui na sua quase totalidade de terras quentes acidentadas e secas (FEITOZA, 2001).

NÓBREGA, SILVA, RAMOS et. al., 2008 classificaram climatologicamente a região de acordo com a metodologia proposta por THORNTHWAITE (1948) como megatérmico subúmido com pequeno excedente hídrico e a fórmula climática proposta pela metodologia de KÖPPEN e GEIGER (1928) classifica a região como tropical úmido com inverno seco e chuvas máximas no verão.

A evapotranspiração é o fenômeno que ocorre a partir da combinação de dois processos: o de evaporação onde ocorre a passagem da água do estado líquido para o estado gasoso em que este vapor d'água absorve a energia do meio denominada calor latente de evaporação e o processo de transpiração que é a evaporação da água utilizada nos diversos processos metabólicos, o que contribui para os diversos estágios de desenvolvimento das plantas. Segundo PEREIRA, ANGELOCCI e SENTELHAS, 2002 a Evapotranspiração (ET) é o processo simultâneo de transferência de água para a atmosfera por evaporação da água e pela transpiração das plantas. Segundo STONE e SILVEIRA, 1995, a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) é a evapotranspiração ocorrente em uma superfície vegetada com grama, bem provida de água, em fase de desenvolvimento ativo e com a bordadura adequada.

A  $ET_0$  é uma componente importante no balanço hídrico, pois contribui para quantificar a demanda de água em uma determinada região, informação esta, de fundamental importância no manejo adequado da irrigação. Existem duas formas para a determinação da  $ET_0$ : de forma direta, através de lisímetros ou evapotranspirômetros, pelo método do balanço hídrico em um volume de controle explorado por plantas, mas por serem de alto custo estes métodos são usados apenas em condições experimentais; e indiretamente, a partir de equações empíricas. Entre os vários métodos disponíveis pode-se citar de HARGREAVES e SAMANI (1985). VIANELLO e ALVES (1991) sugerem que na ausência de recursos instrumentais, deve-se fazer o uso de formulações empíricas em que levam em condições as diversas variáveis medidas no ambiente. Os autores ainda recomendam um bom entendimento dos diferentes métodos no que diz respeito a sua aplicação e suas limitações. O objetivo deste trabalho é estimar a Evapotranspiração média mensal de referência através do método de HARGREAVES e SAMANI (1985) para o Município de Marilândia – ES, com fins de subsidiar os processos decisórios pautados e uma melhor caracterização climática da região em questão.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram obtidos na estação meteorológica instalada na Fazenda Experimental de Marilândia pertencente ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, localizada na latitude 19°24'25''S, longitude de 040°32'20''W e a 35 m

acima do nível do mar, operada em parceria com o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. O período de observação foi entre 1976 e 2006. Por se tratar de uma extensa série de dados (31 anos) foi realizada uma análise crítica dos mesmos no sentido de suprimir eventuais erros grosseiros e nos meses que foram necessários o preenchimento das falhas, série foi utilizada a média aritmética entre os valores do mesmo período. Após a tabulação dos dados em editor de planilhas Excel<sup>®</sup> foram realizados os procedimentos para determinar os valores de  $ET_0$ .

O método de HARGREAVES e SAMANI (1985) foi escolhido para a realização deste trabalho por ser um método simples e consiste em estimar a  $ET_0$  a partir da relação entre a temperatura máxima, mínima e média. Dados estes obtidos facilmente em qualquer estação meteorológica. A equação de Hargreaves e Samani (Equação 1) foi obtida a partir de uma relação empírica entre a evapotranspiração obtida em lisímetro para a cultura de grama em uma região de características semi-áridas (PEREIRA, ANGELOCCI e SENTELHAS, 2002)

$$ET_0 = 0,0023 * Q_0 * (T_{MÁX} - T_{MÍN})^{0,5} * (T + 17,8) \quad (1)$$

em que,

$ET_0$  - evapotranspiração ( $\text{mm.d}^{-1}$ ).

$Q_0$  - coeficiente da radiação solar extraterrestre médio do mês para cada mm de evaporação equivalente.

$T_{MÁX}$  - média mensal de temperatura máxima em  $^{\circ}\text{C}$ .

$T_{MÍN}$  - média mensal de temperatura mínima em  $^{\circ}\text{C}$ .

T - temperatura média mensal em  $^{\circ}\text{C}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o processamento e análise dos dados foram obtidas as médias mensais de temperatura e de precipitação. A temperatura média anual da região no período estudado é de  $24,3^{\circ}\text{C}$ , sendo que a média do trimestre mais quente, entre janeiro e março (Figura 1) é de  $26,9^{\circ}\text{C}$  e a do trimestre mais frio, junho e agosto (Figura 1), é de  $21,5^{\circ}\text{C}$ . A amplitude térmica média anual é de  $11,6^{\circ}\text{C}$ , apresentando menor amplitude média mensal em dezembro, com  $10,6^{\circ}\text{C}$  e a maior amplitude térmica média mensal de  $12,5^{\circ}\text{C}$ , no mês de agosto. Ainda com relação à Figura 1 verifica-se que o mês mais quente do ano é fevereiro, com temperatura média de  $27,1^{\circ}\text{C}$  e o mês mais frio do ano é julho, apresentando temperatura média de  $21,1^{\circ}\text{C}$ . Observa-se ainda, que a temperatura média das máximas fica acima de  $31,0^{\circ}\text{C}$  nos meses entre novembro a abril. Nos meses de Junho e julho a temperatura média das mínimas fica abaixo de  $16,0^{\circ}\text{C}$ .

A Figura 2 caracteriza o regime pluviométrico anual. A precipitação média anual é de 1134 mm sendo distribuídos em 97 dias chuvosos do ano. Caracterizam-se dois períodos distintos: um chuvoso de outubro a março com 79% do total de precipitação ocorrendo em 63 dias e o período seco de abril a setembro com 21% do total de precipitação em 34 dias. Observa-se ainda, que nos meses de novembro e dezembro existem em média de 12 dias chuvosos, ou seja, as chuvas ocorrem em quase metade dos dias nesses meses. De igual forma, ocorre no mês de fevereiro 13 dias chuvosos, porém com precipitação média de 99,8 mm, valor este bem inferior aos valores médios dos demais meses do período chuvoso. No período seco, principalmente entre maio e setembro, o número de dias chuvosos varia entre 5 e 7 dias, enquanto que a precipitação média varia entre 28,2 e 39,9 mm.

A demanda média anual de evapotranspiração no período estudado foi de 1647 mm. Na Figura 3 tem-se a  $ET_0$  média mensal estimada através da Equação (1). Observe que os maiores valores de  $ET_0$  coincidem com o período em que foram registrados os maiores valores de precipitação (Figura 2). A maior demanda ocorreu no mês de janeiro, chegando a

180 mm e a menor foi obtida no mês de junho, com 93 mm. Entre os meses de fevereiro a outubro, os valores de  $ET_0$  são maiores do que a precipitação. Considerando as diferenças entre estes parâmetros (Figura 4) neste período a  $ET_0$  supera a precipitação em 513 mm.

No período chuvoso a  $ET_0$  média é de 979 mm enquanto que a precipitação é de 899 mm, já no período seco a  $ET_0$  é de 668 mm enquanto que a precipitação é de 235 mm. O maior déficit ocorre no período seco, onde a  $ET_0$  acumulada no período é aproximadamente 76% maior do que a precipitação acumulada no nesse período. Apenas no mês de janeiro há um equilíbrio entre a precipitação e a  $ET_0$ . Na Figura 4 verifica-se que existem 9 meses em que a  $ET_0$  é maior do que a precipitação, um mês em que elas se igualam e dois em que a precipitação supera a  $ET_0$ . Assim sendo, existe a necessidade suplementação de água para as culturas na maioria dos meses do ano.

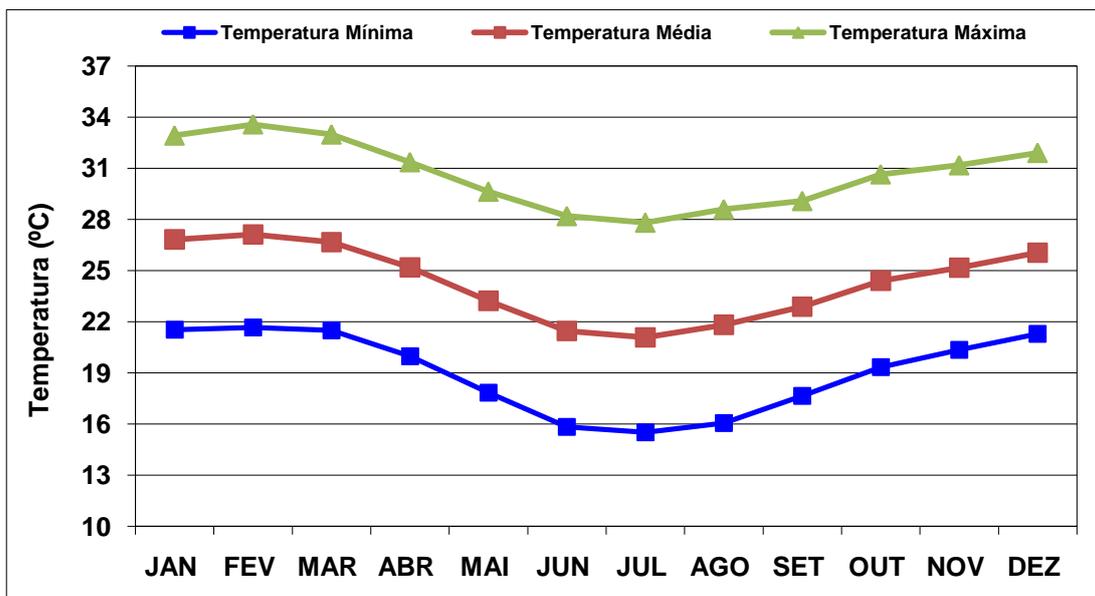


Figura 1 – Média mensal da temperatura máxima, mínima e média do ar no Município de Marilândia – ES, no período de 1976 a 2006.

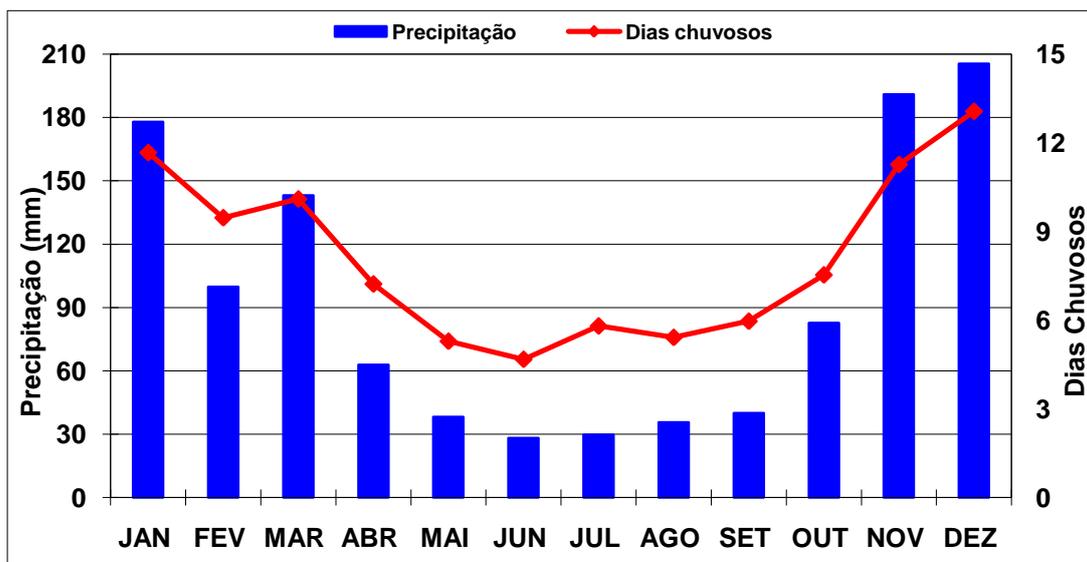


Figura 2 – Média mensal da precipitação e do número de dias chuvosos no Município de Marilândia – ES, no período de 1976 a 2006.

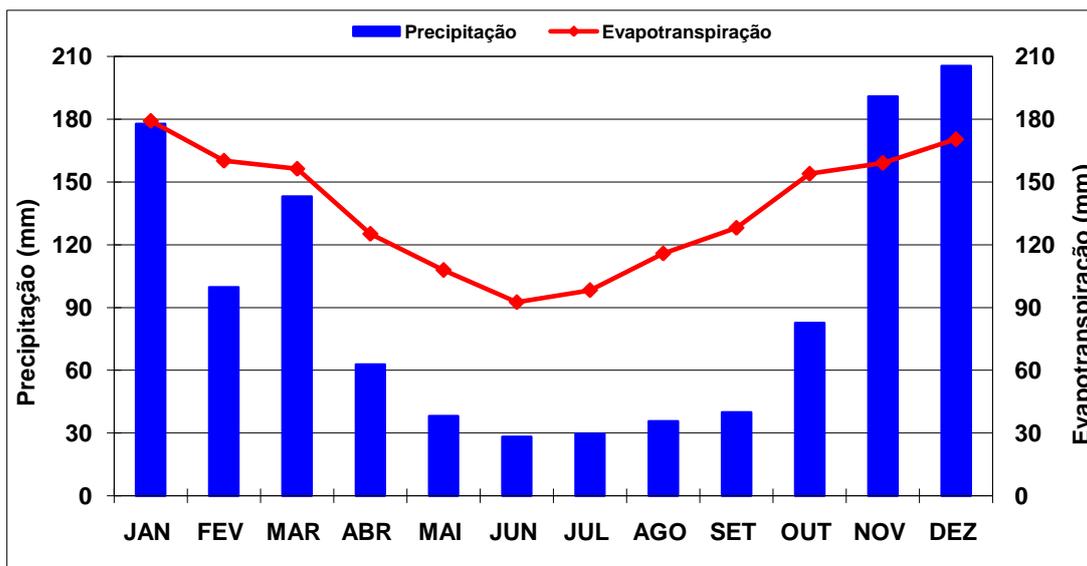


Figura 3 – Média mensal de precipitação e de evapotranspiração estimada pelo método de HARGREAVES e SAMANI no Município de Marilândia – ES, no período de 1976 a 2006.

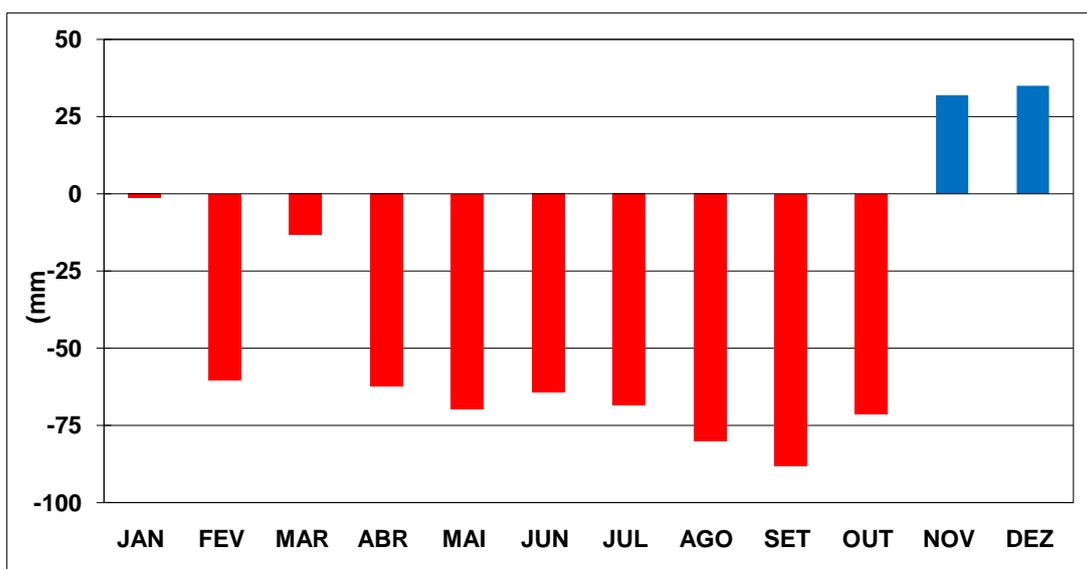


Figura 4 – Média mensal da diferença entre precipitação e evapotranspiração estimada pelo método de HARGREAVES e SAMANI no Município de Marilândia – ES, no período de 1976 a 2006.

## CONCLUSÕES

Diante do exposto conclui-se existem dois períodos distintos, um chuvoso em que a precipitação média é de 150 mm, variando entre 80 e 205 mm (outubro a março) e um seco em que a precipitação média é de 39 mm, variando entre 28 e 60 mm. Apenas nos meses de novembro e dezembro a  $ET_0$  é menor do a precipitação, proporcionando um déficit de 513 mm. Desta forma verifica-se que existe a necessidade de suplementação de água para as culturas nos meses de fevereiro a outubro, principalmente no caso das culturas não tolerantes ao elevado déficit hídrico no solo.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao INMET pela disponibilidade dos dados, a FINEP/MCT por fomentar o projeto de pesquisa. Ao CNPq e a FAPES pela concessão das bolsas.

## **REFERÊNCIAS**

- FEITOSA, L. R.; STOCKING, M. & RESENDE, M. *Natural resources information systems for rural development: approaches for Espírito Santo State, Brazil*. Vitória, ES: INCAPER, 2001. 223p.
- HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. *Reference crop evapotranspiration from temperature*. Journal of Applied Engineering in Agriculture, St Joseph, v.1, n.2, p.96-99, 1985.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.
- NÓBREGA, N. E. F. da.; SILVA, J. G. F. da; RAMOS, H. E. dos A. et.al. Balanço hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite e Köppen para o município de Marilândia – ES. In: XVIII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. São Mateus – ES, 2008. Disponível em <[http://cecam.incaper.es.gov.br/arquivos\\_pdf/publicacoes/CONIRD/1568\\_marilandia.pdf](http://cecam.incaper.es.gov.br/arquivos_pdf/publicacoes/CONIRD/1568_marilandia.pdf)> Acesso em 03/05/2010.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C.: Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 478p.
- STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. da, Determinação da evapotranspiração para fins de irrigação. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. 49p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 55).
- TAQUES, R.C.; DADALTO, G.G.: Zoneamento Agroclimático para a cultura do Café Conilon no Estado do Espírito Santo. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S.M. et. al.: Café Conilon. Vitória – ES: INCAPER, 2007. 702p.
- THORNTHWAITE, C.W. *An approach towards a rational classification of climate*. Geographical Review, London, v.38, p.55-94, 1948.
- VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R.: Meteorologia básica e Aplicações. Viçosa – MG. Imprensa Universitária, 1991. 449p.