



## 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*



## **Influência dos elementos meteorológicos na evapotranspiração estimada pelo irrigâmetro no Município de Guanambi - BA**

*Cristiano Tagliaferre<sup>1</sup>, Willian Viana Campos<sup>2</sup>, Hugo Andrade Costa<sup>3</sup>, Diogo Ulisses Gomes Guimarães<sup>4</sup>, Felizardo A. Rocha<sup>5</sup>, Lorena Júlio Gonçalves<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto de Engenharia Agrícola e de Solos, UESB, Vitória da Conquista – BA, Fone: (0 xx 77) 3424 – 8650, e-mail: tagliaferre@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Graduado em Eng. Agrônômica pela UESB, Vitória da Conquista – BA, willianvianac@hotmail.com

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto de Engenharia Agrícola e de Solos, UESB, Vitória da Conquista – BA, hac1954@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Graduando em Eng. Agrônômica pela UESB, Vitória da Conquista – BA, diogoulisses1@hotmail.com, lozinha\_goncalves@hotmail.com

<sup>5</sup>Eng. Agrícola, Prof. do Instituto Federal da Bahia - IFBA, Vitória da Conquista – BA, felizardoar@yahoo.com.br

**RESUMO:** Objetivou-se com este estudo analisar os efeitos das interações dos elementos meteorológicos, temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa, velocidade do vento e radiação na evapotranspiração de referência estimada pelo Irrigâmetro operando com diferentes alturas do nível de água no evaporatório. O experimento foi conduzido na estação experimental do IFBA de Guanambi-BA, montado em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram de irrigômetros operando com níveis de água no evaporatório iguais a 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 cm, tomadas a partir de um nível de referência próprio do aparelho. Para avaliar os efeitos diretos e indiretos de cada componente climático sobre a evapotranspiração utilizou-se a análise de trilha. Os elementos meteorológicos que apresentaram maior correlação com a estimativa da evapotranspiração obtida no Irrigâmetro foram velocidade do vento e radiação.

**PALAVRAS-CHAVE:** variáveis climáticas. análise de trilha.

### **THE INFLUENCE OF METEOROLOGICAL EVAPOTRANSPIRATION ESTIMATED BY THE MUNICIPALITY OF IRRIGAMETER GUANAMBI-BA**

**ABSTRACT:** The objective of this study was to analyze the effects of the interactions of meteorological maximum temperature and minimum air relative humidity, wind speed and radiation in reference evapotranspiration estimated by Irrigameter operating with different heights of water level in the evaporator. The experiment was conducted at the experimental station of the IFBA Guanambi-BA, mounted in a completely randomized design with seven treatments and three replications. The treatments with the evaporatórios Irrigômetros operating with water in the heights of 1, 2, 3, 4, 5, 6, and 7 cm, taken from a reference level on the unit itself. To assess the direct and indirect effects of each component of climate on evapotranspiration was used path analysis. The weather data that showed the highest correlation with evapotranspiration Irrigameter were obtained in wind speed and radiation.

**KEYWORDS:** climatic variables. path analysis.

### **INTRODUÇÃO**

O Irrigâmetro é um aparelho desenvolvido por uma equipe de pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa (UFV), para uso no manejo da água na agricultura irrigada. O aparelho apresenta grande potencial de uso na agricultura irrigada, pois, além de diversas vantagens, ele fornece resposta prática às



## 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*

duas perguntas básicas do manejo de irrigação: quando e quanto irrigar. Assim, o irrigante não precisa ter conhecimentos técnicos especializados sobre irrigação. De acordo com os resultados obtidos por Oliveira *et al.* (2007), Oliveira *et al.* (2007a), Oliveira *et al.* (2008) e Tagliaferre *et al.* (2006), o Irrigâmetro pode ser usado para estimar a evapotranspiração de qualquer cultura, em qualquer estágio de desenvolvimento, para um valor de  $K_c$  desejado.

Em condições de campo, os elementos climáticos atuam sobre a evapotranspiração de forma interdependentes, dificultando o entendimento isolado do efeito de um ou outro elemento sobre a evapotranspiração estimada pelo Irrigâmetro ou nos evaporímetros.

Para entender melhor as associações entre diferentes variáveis, Wright (1921) propôs um método de desdobramento dos coeficientes de correlação. Esse método é denominado análise de trilha ou análise de caminamento. A análise de trilha consiste no estudo dos efeitos diretos e indiretos de variáveis explicativas sobre uma variável básica, cujas estimativas são obtidas por meio de equações de regressão, constituindo-se numa expansão da regressão múltipla, em que as variáveis são previamente padronizadas.

Sendo assim, objetivou-se com este estudo analisar os efeitos das interações dos elementos meteorológicos temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa, velocidade do vento e radiação na evapotranspiração de referência estimada pelo Irrigâmetro operando com diferentes alturas do nível de água no evaporatório.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho utilizou-se dados obtidos de um experimento conduzido com Irrigômetros na área experimental do *campus* do Instituto Federal da Bahia (IFBA), localizado no município de Guanambi – BA, situado nas coordenadas 14°13'30" de latitude Sul, 42°46'53" de longitude Oeste e com altitude de 525 m. O clima é classificado como semi-árido (BSa) pela classificação de Thornthwaite, apresentando temperatura média anual de 22,6°C e precipitação pluviométrica média de 715 mm por ano.

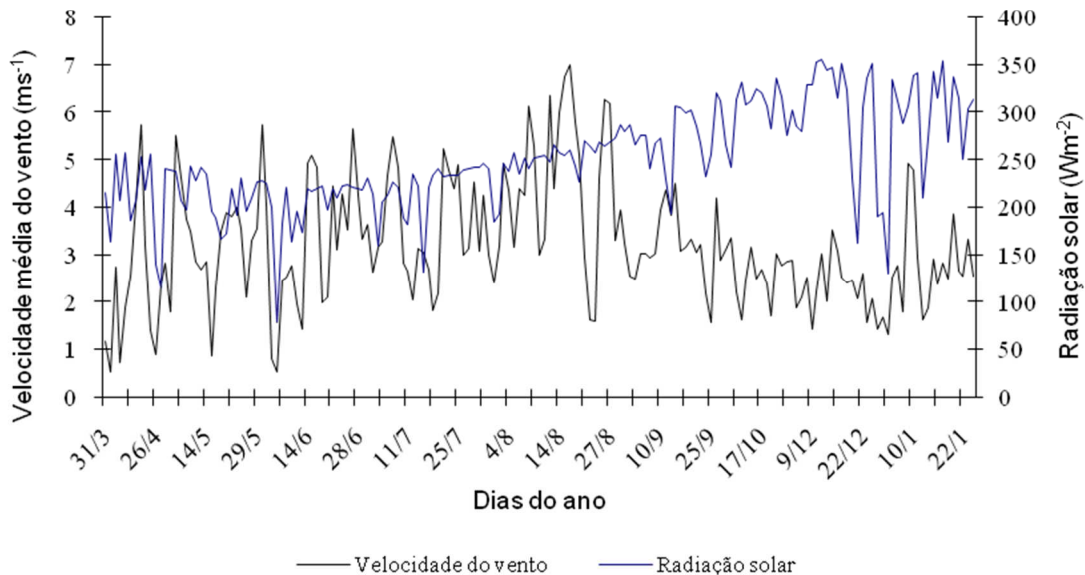
A determinação dos efeitos das variáveis meteorológicas, temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa, velocidade do vento e radiação, na evapotranspiração estimada pelo Irrigâmetro foi feita com o aparelho operando com diferentes níveis de água no evaporatório. Assim, o experimento foi montado num delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e três repetições. Foram instalados 21 Irrigômetros dispostos lado a lado, espaçados de 3,5 por 3,5 m para evitar sombreamento nos evaporatórios. Os tratamentos consistiram de Irrigômetros operando com as seguintes alturas do nível de água no evaporatório:  $N_1 = 1$ ,  $N_2 = 2$ ,  $N_3 = 3$ ,  $N_4 = 4$ ,  $N_5 = 5$ ,  $N_6 = 6$  e  $N_7 = 7$  cm, tomadas a partir de um nível de referência próprio do equipamento.

Para determinar as correlações e analisar a relação entre as variáveis explicativas adotou-se a análise de trilha (*path analysis*), com desdobramentos em efeitos diretos e indiretos sobre a variável principal, no caso a evapotranspiração estimada pelos Irrigômetros equipados com evaporatórios operando com os níveis de água já mencionados anteriormente. A técnica de estatística multivariada possibilita realçar os efeitos diretos e indiretos de um conjunto de variáveis climáticas sobre uma variável principal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No decorrer do período experimental a umidade relativa média diária foi, na maioria das vezes, superior a 60%, com a ocorrência de poucos valores extremos, sendo 86,8% para o dia 1° de abril de 2009 e 42,5% para o dia 20 de setembro de 2009. Já a radiação solar média do período em estudo foi de

249,58 W m<sup>-2</sup> e a velocidade média do vento foi de 3,19 m s<sup>-1</sup>, considerada leve, de acordo com Doorenbos & Pruitt (1977), atingindo valores máximos e mínimos de 6,98 m s<sup>-1</sup> e 0,52 m s<sup>-1</sup>, respectivamente, conforme Figura 1.



**Figura 1.** Variação diária da velocidade média do vento e da radiação solar ao longo do período experimental.

Com relação aos elementos meteorológicos, de acordo com a Tabela 1, os que apresentaram maior correlação com a estimativa da evapotranspiração obtida no Irrigâmetro foram a umidade relativa e a radiação solar, sendo que no mês de agosto tais variáveis se comportaram de forma mais propícia a evapotranspiração, com uma umidade relativa do ar baixa e uma radiação solar mais elevada, como constatado por Oliveira *et al.* (2011). A temperatura mínima e máxima apresentou menor coeficiente total de correlação de Pearson na estimativa da evapotranspiração em todas as análises efetuadas.

*O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

**Tabela 1.** Estimativa dos efeitos diretos e indiretos e correlação total entre a variável evapotranspiração obtida no Irrigâmetro e as variáveis temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa, velocidade do vento e radiação para o mês de agosto.

<b>Temperatura máxima</b>	<b>Nível 1</b>	<b>Nível 2</b>	<b>Nível 3</b>	<b>Nível 4</b>	<b>Nível 5</b>	<b>Nível 6</b>	<b>Nível 7</b>
Direto sobre ET	0,264	0,269	0,267	0,249	0,320	0,244	0,195
Indireto via T mín	- 0,018	- 0,013	- 0,023	- 0,009	- 0,023	- 0,001	0,031
Indireto via Ur	0,068	0,072	0,118	0,091	0,105	0,099	0,119
Indireto via Vv	- 0,150	- 0,166	- 0,156	- 0,166	- 0,159	- 0,165	- 0,173
Indireto via Rad	- 0,223	0,182	0,160	0,160	0,149	0,135	0,119
Total (cor. Pearson)	0,387*	0,346*	0,365*	0,325*	0,391*	0,312*	0,291*
<b>Temperatura mínima</b>							
Direto sobre ET	- 0,036	- 0,025	- 0,046	- 0,019	- 0,046	-0,001	0,061
Indireto via T Max	0,132	0,135	0,133	0,125	0,160	0,122	0,098
Indireto via Ur	0,012	0,013	0,021	0,016	0,019	0,018	0,022
Indireto via Vv	-0,070	-0,077	-0,073	-0,077	-0,074	-0,077	-0,081
Indireto via Rad	0,119	0,097	0,085	0,085	0,079	0,072	0,064
Total (cor. Pearson)	0,157	0,142*	0,121*	0,131**	0,139**	0,134**	0,163**
<b>Umidade relativa</b>							
Direto sobre ET	-0,107	-0,114	-0,186	- 0,142	- 0,165	- 0,157	- 0,188
Indireto via T Max	-0,168	-0,171	-0,169	- 0,159	- 0,203	- 0,155	- 0,124
Indireto via T mín	0,004	0,003	0,005	0,002	0,005	0,001	- 0,007
Indireto via Vv	-0,103	-0,114	-0,107	- 0,114	- 0,109	- 0,114	- 0,119
Indireto via Rad	-0,216	-0,176	-0,154	- 0,154	- 0,144	- 0,130	- 0,115
Total (cor. Pearson)	-0,589	-0,572*	-0,612*	- 0,568*	- 0,616*	- 0,556*	- 0,553*
<b>Velocidade do vento</b>							
Direto sobre ET	- 0,487	0,537	0,507	0,538	0,517	0,537	0,561
Indireto via T Max	- 0,081	- 0,083	- 0,082	- 0,077	- 0,099	- 0,075	- 0,060
Indireto via T mín	0,005	0,004	0,007	0,003	0,007	0,001	- 0,009
Indireto via Ur	- 0,023	0,024	0,039	0,030	0,035	0,033	0,039
Indireto via Rad	0,014	0,011	0,010	0,010	0,009	0,008	0,007
Total (cor. Pearson)	- 0,447	0,493*	0,481*	0,504*	0,469*	0,504*	0,539*
<b>Radiação</b>							
Direto sobre ET	0,358	0,292	0,256	0,257	0,239	0,217	0,192
Indireto via T Max	- 0,165	0,168	0,166	0,156	0,199	0,152	0,121
Indireto via T mín	- 0,012	- 0,008	- 0,015	- 0,006	- 0,015	- 0,001	0,020
Indireto via Ur	0,064	0,069	0,122	0,086	0,099	0,094	0,113
Indireto via Vv	0,019	0,021	0,020	0,021	0,020	0,021	0,022
Total (cor. Pearson)	0,594	0,542*	0,539*	0,513*	0,542*	0,484*	0,468*
Coef Determinação	0,59	0,58	0,59	0,56	0,59	0,54	0,56
Ef. variável residual	0,64	0,65	0,64	0,66	0,64	0,68	0,66

ns Não-significativo pelo teste t; \*\* Significativo a 1%, pelo teste t.



## 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*

As estimativas dos efeitos diretos elevados e de sinal igual aos dos coeficientes de correlação total, em todos os níveis de água no evaporatório, indicaram que as variáveis, velocidade do vento e radiação solar, são as principais determinantes na composição da variável principal. A variável velocidade do vento influencia na evapotranspiração pela retirada da camada de ar saturada da superfície do evaporímetro e a radiação no fornecimento de calor, apresentando essas duas variáveis, relação nítida de causa e efeito. Isso evidencia que a variação na radiação solar e na velocidade do vento implica mudanças diretas na evapotranspiração estimada pelo Irrigâmetro. Neste caso, a radiação solar e a velocidade do vento são os principais elementos meteorológicos que explicam a variável dependente (evapotranspiração), sendo a radiação solar a que mais influencia a evaporação da água, conforme relata Chang (1971).

## CONCLUSÃO

Os elementos meteorológicos que apresentaram maior correlação com a estimativa da evapotranspiração obtida no Irrigâmetro foram velocidade do vento e a radiação solar, em todos os níveis de água estudados no evaporatório.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHANG, J. **Climate and agriculture**. Chicago: Aldine Publishing, 1971. 296 p.

DOORENBOS, J.; PRUITT, J. O. **Crop water requirement**. Rome: FAO, 1977. 144p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 24).

OLIVEIRA, E. M.; OLIVEIRA, R. A.; SEIYAMA, G. C.; CECON, P. R.; DRUMON, L. C. D. Análise do coeficiente e o desempenho do Irrigâmetro e a influência dos elementos do clima na estimativa da evapotranspiração. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 19, n. 4, p. 348-360, 2011.

OLIVEIRA, R. A.; RAMOS, M. M. **Manual do irrigâmetro**. Viçosa; MG: UFV, 2008. 144 p.

OLIVEIRA, E. M. de; OLIVEIRA, R. A. de; BAPTESTINI, J. C. M. Ajuste do Irrigâmetro para estimar a evapotranspiração da cultura, por meio da variação da área do evaporatório. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., Viçosa, MG, 2007a **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2007a. 1.

OLIVEIRA, E. M.; OLIVEIRA, R. A.; TAGLIAFERRE, C.; SEDIYAMA, G. C. Ajuste do Irrigâmetro para estimar a evapotranspiração da cultura nos seus diversos estádios de desenvolvimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2007, Bonito- MS. **Anais...** Bonito: SBEA, 2007b.

TAGLIAFERRE, C. **Influência da presença da bordadura e da profundidade dos níveis de água na evaporação obtida nos minievaporímetros operando com Irrigâmetro modificado**. 2006. 99f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 20, 1921.