

# ESTUDO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NA BACIA EXPERIMENTAL DO RIACHO GAMELEIRA, EM PERNAMBUCO

Lucas Emanuel Pereira Cordeiro<sup>1</sup>; Suzana Maria Gico Lima Montenegro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Civil - CTG – UFPE; E-mail: lucascordeiro@outlook.com,

<sup>2</sup>Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Civil – CTG – UFPE. E-mail: suzanam@ufpe.br.

**Sumário:** Este trabalho objetiva a avaliação da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e as variáveis meteorológicas utilizadas em sua estimativa, a saber: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar no período de 20/01/2012 a 14/09/2013 na bacia experimental do Riacho Gameleira. Foram registrados automaticamente em campo – a intervalos de 30 minutos e à altura de 2 m acima da vegetação de gramíneas do local onde a estação foi instalada – valores de temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), radiação solar (R<sub>s</sub>), saldo de radiação (R<sub>n</sub>) e velocidade do vento (U<sub>2</sub>). O método utilizado para o cálculo da evapotranspiração de referência foi o de Penman-Monteith da FAO em intervalos diários, resultando em valores de ET<sub>o</sub> entre 0,89 mm/dia em julho/2013 e 5,23 mm/dia em fevereiro/2013, com uma média de 3,42 mm/dia para todo o período estudado. Os resultados obtidos são condizentes com os apresentados em outros estudos na região e se configuram como base de dados confiável para avaliar a demanda hídrica local.

**Palavras-chave:** evapotranspiração; Gameleira; Penman-Monteith

## INTRODUÇÃO

As determinações de demandas hídricas são fundamentais para os gerenciamento e planejamento de recursos hídricos e a importância de se ter informações precisas e seguras dos diversos componentes dessa demanda – entre os quais está a evapotranspiração – é evidenciada pela crescente demanda pelo uso da água e pelos conflitos devidos aos múltiplos usos (Moura *et al.*, 2013). Somente havendo o conhecimento destas, se poderá avaliar espacial e temporalmente as disponibilidades e os déficits hídricos de determinada região, tornando possível: dimensionar e aperfeiçoar o manejo dos sistemas de irrigação, gerando níveis rentáveis de produtividade e evitando o excesso ou escassez na utilização do recurso hídrico; minimizar a contaminação do lençol freático com agrotóxico devido ao excesso da irrigação; subsidiar estudos específicos em cada cultura e analisar as demandas hídricas em bacias rurais e urbanas (Silva e Bezerra, 2005; Lima, 2004; Ayenew, 2003).

A evapotranspiração real pode ser obtida a partir da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) por meio dos coeficientes de cultura e de disponibilidade de água adequados. Consequentemente, o entendimento das variações temporais e espaciais da evapotranspiração de referência é um componente vital em estudos hidrológicos regionais (Huo *et al.*, 2013).

A ET<sub>o</sub> é uma variável que expressa o poder de evaporação da atmosfera em local e tempo específicos, não levando em conta características da vegetação nem fatores referentes ao solo e pode ser definida como sendo a taxa de evapotranspiração de uma superfície de referência sem restrição hídrica. Esta superfície hipotética é um gramado com altura de 0,12 m, resistência ao transporte de vapor de 70 s/m e albedo de 0,23. (Allen *et al.*, 1998).

O objetivo específico desse subprojeto é definido a seguir:

- Avaliar a evapotranspiração de referência, por meio do método de Penman-Monteith da FAO, na bacia experimental do riacho Gameleira, que faz parte de uma bacia do Estado de Pernambuco tida como de importância regional: a do Rio Capibaribe.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram registrados automaticamente em campo – a intervalos de 30 minutos e à altura de 2 m acima da vegetação de gramíneas do local onde a estação foi instalada – valores de temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), radiação solar (Rs), saldo de radiação (Rn) e velocidade do vento (U2). Os dados são provenientes de uma estação meteorológica instalada na bacia experimental, nas coordenadas UTM 245728 E, 9101006 N, zona 25 L.

Foram elaborados gráficos para cada uma das categorias de dados coletados, observando-se a existência de falhas através de inspeção visual e ferramentas do editor de planilhas utilizado. Como o saldo radiômetro apresentou falhas que comprometeram a integridade dos dados, foram utilizados os valores calculados de Rn – seguindo os procedimentos recomendados por Allen *et al.* (1998) – para computar a evapotranspiração de referência. É importante notar que o fluxo de calor no solo (G) não foi considerado por se tratar de estimativa de valores diários de ET<sub>o</sub>.

A aplicação do método de Penman-Monteith à superfície de referência resultou na equação 1, recomendada pela FAO para o cálculo da evapotranspiração de referência.

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 u_2)} \quad (1)$$

onde: ET<sub>o</sub>- evapotranspiração de referência [mm dia-1],  
R<sub>n</sub>- radiação líquida na superfície da vegetação [MJ m-2 dia-1],  
G- fluxo de calor no solo [MJ m-2 dia-1],  
T- temperatura média do ar a 2 metros de altura [°C],  
u<sub>2</sub>- velocidade média do vento a 2 metros de altura [m s-1],  
e<sub>s</sub>- pressão de vapor na saturação [kPa],  
e<sub>a</sub>- pressão de vapor parcial [kPa],  
(e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub>)- déficit de pressão de vapor na saturação [kPa],  
Δ- declividade da curva temperatura-pressão de vapor na saturação [kPa °C-1],  
γ- constante psicrométrica [kPa °C-1].

Conhecendo os parâmetros locais de cota e latitude e seguindo a sequência de procedimentos recomendados por Allen *et al.* (1998), o método PM-FAO foi aplicado aos dados obtidos entre 20/01/2012 e 14/09/2013.

### RESULTADOS

A temperatura máxima diária no período de estudo ficou entre 23,0°C em 18/08/2013 e 34,8°C em 17/04/2013, enquanto a mínima se manteve entre 15,5°C em 28/04/2012 e 24,9°C em 18/02/2013; a UR máxima diária variou entre 80,5% em 09/02/2013 e 93,6% em 27/04/2012, enquanto a mínima se situou entre 29,0% em 31/03/2013 e 86,2% em 18/08/2013; os valores calculados para a radiação líquida diária variaram entre o mínimo de 2,26 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> em 02/07/2013 e o máximo 12,08 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> em 27/02/2014; as médias diárias de velocidade do vento não superaram o valor de 2,98 m/s, obtido para o dia 02/03/2013; conforme mostrado na Figura 1, as variações no valor de evapotranspiração de referência diária se mantiveram entre 0,89 mm/dia em 02/07/2013 e 5,23 mm/dia em 07/02/2013, com valor médio de 3,42 mm/dia no período estudado.

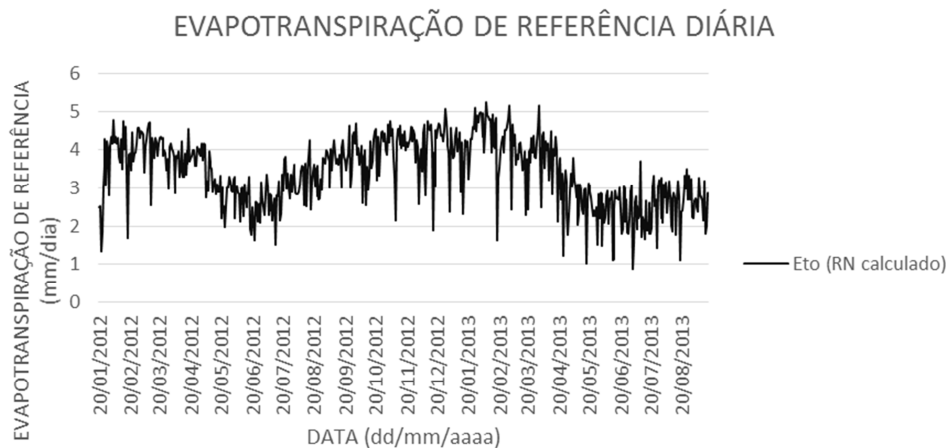


Figura 1 - Variação temporal da evapotranspiração de referência diária na bacia do Riacho Gameleira

## DISCUSSÃO

Oliveira *et al.* (2008) estimaram a evapotranspiração de referência (ETo) diária na bacia do rio Tapacurá pelos modelos de Penman-Monteith, Radiação Solar e Hargreaves-Samani no período de 20 de janeiro a 20 de março do ano de 2010. O modelo da Radiação Solar, quando comparado com o modelo de Penman-Monteith, apresentou índice de determinação ( $R^2$ ) de 0,9792 e comportamento de superestimação da ETo em 20,40%. Com os resultados obtidos, evidenciou-se que o modelo da Radiação Solar poderá, eventualmente, substituir o modelo Penman-Monteith com resultados confiáveis e satisfatórios – desde que se façam as correções pertinentes.

Em comparação ao banco de dados utilizado por Oliveira *et al.* (2010; 2014), onde também foram computados os valores sobre a evapotranspiração, a regressão linear ajustada à origem entre ETo encontrada com Rn calculado e a ETo com Rn medido apresenta-se de forma considerável e bom ajuste em relação a reta 1:1, apresentando  $R^2$  igual a 0,9297 e coeficiente de correlação ( $r$ ) igual a 0,9642. Este resultado também está coerente com os de Cunha *et al.* (2008), em que a ETo foi estimada utilizando três diferentes sensores de saldo de radiação em Botucatu – São Paulo, onde obtiveram  $R^2$  de 0,9613 com o sensor Q-7.1.

Percebe-se nos dados coletados um comportamento natural de variação seguindo as tendências esperadas para cada uma das variáveis com as estações do ano. Os resultados obtidos por meio da análise dos dados ambientais na bacia do Riacho Gameleira também foram compatíveis com o esperado.

## CONCLUSÕES

O comportamento da ETo é similar aos dados anteriores computados na mesma bacia, e também pudemos aferir que o método permanece como o mais indicado para a região. Os dados aqui discutidos serão utilizados para enriquecimento do banco de dados do grupo de recursos hídricos da UFPE e da Agencia Pernambucana de Águas e Clima. Ainda, os resultados apresentados servirão efetivamente como parâmetros ambientais utilizados na tomada de decisão no estado de Pernambuco e como referência para estudos posteriores.

Estudos futuros devem ser realizados de maneira similar a este, para dar continuidade ao banco de dados e analisar possíveis diferenças entre os resultados observados e analisar as suas possíveis causas, como pode ser o caso de mudanças climáticas percebidas nas variáveis independentes. Além disso, também é interessante verificar a situação do saldo radiômetro e realizar os procedimentos para sua reparação,

calibragem ou substituição, que deve resultar em um equipamento em boas condições que permitam uma análise apropriada entre os valores medidos e calculados para o saldo de radiação no local.

### AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Grupo de Recursos Hídricos da UFPE, especialmente ao doutorando Felipe Alcântara e à orientadora Suzana Montenegro; ao CNPq pela aprovação do projeto Universal nº14 2014 e pela concessão da bolsa PIBIC; à FINEP / Projeto REHIDRO 1830 e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

### REFERÊNCIAS

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO *Irrigation and drainage paper 56*. FAO, Rome, 300(9).
- Aynew, T. 2003. Environmental isotope-based integrated hydrogeological study of some Ethiopian rift lakes. *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*, 257(1), 11-16.
- Cunha, A. R., Volpe, C. A., Escobedo, F. J. 2008. Estimativa da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith (FAO-56) com saldo de radiação medido por diferentes sensores. *Agronomia Tropical*, 58(1), 81-84.
- Huo, Z., Dai, X., Feng, S., Kang, S., Huang, G. 2013. Effect of climate change on reference evapotranspiration and aridity index in arid region of China. *Journal of Hydrology*, 492, 24-34.
- Lima, J. R. S. 2004. Balanço hídrico e de energia em solo cultivado e sem vegetação, para condições de brejo Paraibano. Tese de Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares pela Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Moura, A. R. C., Montenegro, S. M. G. L., Antonino, A. C. D., de Azevedo, J. R. G., da Silva, B. B., de Oliveira, L. M. M. 2013. Evapotranspiração de referência baseada em métodos empíricos em bacia experimental no estado de Pernambuco-Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 28(2), 181-191.
- Oliveira, L. M. M., Oliveira, I. A., Lima, J. R. S., Montenegro, S. M. G. L., Antonino, A. C. D., Moura, G. B. A., Lacerda, F. F., Moura, A. E. S. S., Almeida, C. A. B. 2010. Estimativa da evapotranspiração de referência (Eto) utilizando a equação de Penman-Monteith (fao56) com saldo de radiação calculado e medido em Recife - pe. *XVI congresso brasileiro de meteorologia, Belém - Pará. Anais do XVI congresso brasileiro de meteorologia*.
- Oliveira, L. M. M., Montenegro, S. M. G. L., de Azevedo, J. R. G., dos Santos, F. X. 2008. Evapotranspiração de referência na bacia experimental do riacho Gameleira-PE, utilizando-se lisímetro e métodos indiretos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 3(1), 58-67.
- Oliveira, L. M. M., Montenegro, S. M. G. L., Silva, B. B., Albuquerque, F. A., Moura, A. R. C., Moura, A. E. S. S. 2014. Evaporação em bacia experimental e representativa no estado de Pernambuco. In: Arthur Mattos; Karen Maria da Costa Mattos. (Org.). *Projeto*

*MEVEMUC - Monitoramento da Evaporação e as Mudanças Climáticas*. 1ed, v. 13, p. 287-318.

Silva, B. B. S., Bezerra, M. V. C. 2005. Determinação dos componentes do balanço de energia à superfície com técnicas de sensoriamento remoto e dados de superfície. *XII Simpósio de Sensoriamento Remoto*, Goiânia-Brasil, INPE. Anais, 3325-3332.