

Evapotranspiração de referência e balanço hídrico no município de Itabaiana/Sergipe

Nívia Raquel Oliveira Alencar¹; Eveline Leal da Silva²; Michelle Pereira da Costa Silva³; Ramiro Ferreira Santos⁴ & Inajá Francisco de Souza⁵

RESUMO: A evapotranspiração de referência é um importante componente no gerenciamento de recursos hídricos. O presente estudo objetivou fazer uma análise comparativa entre os métodos de estimativa de evapotranspiração de referência e realizar um esboço do Balanço Hídrico do município de Itabaiana/SE. Sendo realizada usando como base a equação empírica proposta por Penman-Monteith, equação parametrizada no boletim FAO 56 e metodologia proposta por Thornthwaite - Mather. Para tal, foram utilizados dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) coletados e analisados no recorte temporal de julho de 2017 e julho de 2018 observando a sazonalidade nos períodos secos e chuvosos, como também a variação do armazenamento da água do solo pela estimativa da evapotranspiração real e eficiência do excedente. Após a análise dos dados, foi constatado que as correlações entre os métodos propostos por Penman-Monteith e Hargreaves-Samani e Penman-Monteith e Priestley-Taylor apresentaram uma correlação mediana, com um R^2 de 0,62 e R^2 de 0,60 para cada um respectivamente. Constituindo-se métodos de fácil utilização, podendo ser adotados em eventuais estudos no município. O balanço hídrico mostrou déficit de armazenamento de água no solo, demonstrando longos períodos secos na região.

Palavras-chave: Precipitações; CAD; Deficiência Hídrica.

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração é uma das formas pela qual a água durante o ciclo hidrológico retorna a atmosfera na forma de vapor. Esse processo envolve a evaporação de lâminas d'água como oceanos, mares, rios e lagos, dos solos, da água retida pelo dossel de plantas e a transpiração das mesmas simultaneamente (ALLEN *et al.*, 2006). A mensuração da evapotranspiração de referência (ET_0) é de fundamental importância para o estudo do balanço hídrico de um sistema, no planejamento e manejo da irrigação e no gerenciamento e uso racional dos recursos hídricos (LACERDA; TURCO, 2015).

Ainda que exista uma variedade de modelos de estimativa da ET_0 , as condições do clima de cada região interferem na eficácia do método, já que os mesmos foram concebidos em condições climáticas e agronômicas diferentes das que eventualmente serão utilizadas (SOUZA *et al.*, 2010). O método proposto por Penman-Monteith para determinação da ET_0 é usado como modelo padrão por apresentar melhor desempenho em climas variados (ALLEN *et al.*, 1998).

A agricultura irrigada é uma das principais atividades econômicas da área de estudo, característica que justifica a relevância de estudar as condições climatológicas, uma vez que a evapotranspiração é um indicador base para melhorar o manejo de irrigação (CAVALCANTE JUNIOR *et al.*, 2011).

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar dados climatológicos sobre a evapotranspiração potencial, uma análise comparativa da correlação dos principais métodos de estimativa de ET_0 (Priestley-Taylor e Hargreaves – Samani) tendo como base o método de Penman-Monteith, bem como um esboço do balanço hídrico do município de Itabaiana – SE.

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE, niviaquel@hotmail.com (apresentador do trabalho);

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE, evelinneal@yahoo.com.br;

³ Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE, chell.geouefs@gmail.com;

⁴ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE, ramiro.f@outlook.com;

⁵ Professor do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE, inajafrancisco@gmail.com.

MATERIAIS E MÉTODO

O município de Itabaiana está localizado no estado de Sergipe, conforme Figura 1. Possui população equivalente a 86.967 habitantes (IBGE, 2010). Situa-se no agreste sergipano, que consiste numa faixa de transição climática entre o litoral e o sertão. O município está parcialmente inserido no polígono das secas configurando-se numa região de transição climática, com clima do tipo megatérmico seco e subúmido, temperatura média anual de 24,7°C (SANTOS, 2013).

A análise temporal realizada nesse estudo corresponde do período de 06 de Julho/2017 a 06 de julho/2018, os dados foram obtidos pela estação meteorológica de Itabaiana - **A451** (Latitude: -10.671751° e Longitude: -37.471501°), disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Após a coleta, os dados foram organizados e tabulados no programa computacional *Microsoft Office Excel 2016* e aplicados às fórmulas de cada modelo adotado para análise.

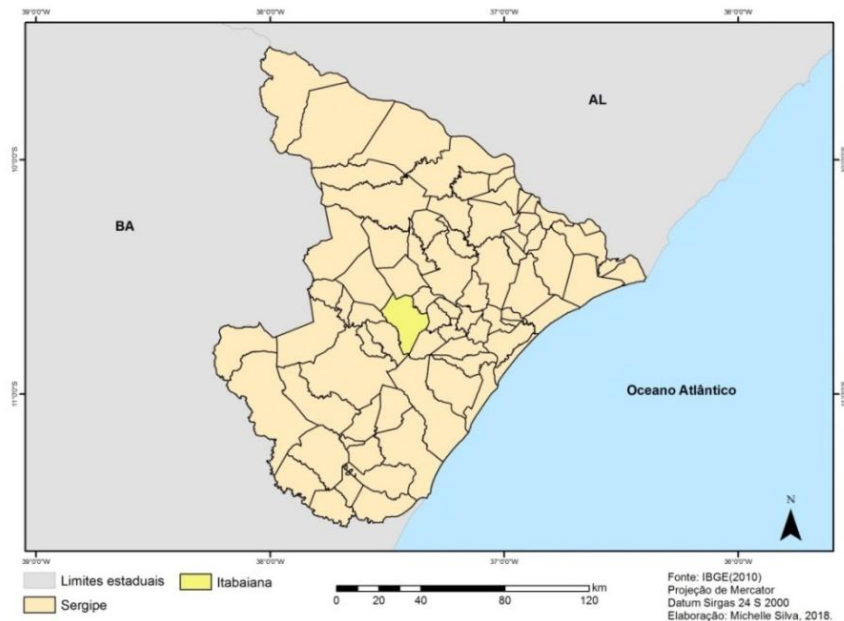


Figura 1. Localização do município de Itabaiana/SE.

Método de Penman-Monteith

Para o cálculo da evapotranspiração de referência, Allen *et al.* (1998) propuseram a seguinte equação:

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

em que:

ET_o = evapotranspiração de referência $mm\ d^{-1}$; R_n = saldo de radiação líquida, $MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$; G = fluxo de calor no solo, $MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$; T = temperatura do ar a 2 m de altura, $^{\circ}C$; U_2 = velocidade do vento a 2 m de altura, $m\ s^{-1}$; e_s = pressão de saturação de vapor, kPa; e_a = pressão de vapor atual do ar, kPa; $(e_s - e_a)$ = déficit de pressão de vapor, kPa; Δ = declividade da curva de pressão de vapor de saturação, $kPa\ ^{\circ}C^{-1}$; γ = constante psicrométrica, $kPa\ ^{\circ}C^{-1}$.

Para o cálculo do saldo de radiação líquida (R_n), utilizou-se da seguinte equação desenvolvida por Sentelhas (1998):

$$R_n = 0,574 * Q_g \quad (2)$$

Onde: Q_g = radiação global, $MJ\ .\ m^{-2}\ dia^{-1}$.

Método de Hargreaves – Samani

O método sugerido por Hargreaves e Samani (1985) para estimativa da evapotranspiração de referência é uma possibilidade para situações em que não há carência de dados de radiação solar à superfície, umidade relativa e umidade do vento. A equação é apresentada a seguir:

$$ET_0 = 0,0023 (T_{\max} - T_{\min})^{0,5} (T_{\text{med}} + 17,8)Ra \quad (3)$$

em que:

$T_{\max}$ é a temperatura máxima do dia, °C; $T_{\min}$, a temperatura mínima do dia, °C;

T_{med} , a temperatura média do dia, °C e Ra , a radiação extraterrestre, mm d^{-1} .

Método de Priestley-Taylor

O Método de Priestley - Taylor é uma simplificação das equações de Penman - Monteith. Apresenta certa vantagem, pois são exigidos poucos dados para sua estimativa.

$$ET_0 = 1,26 \times [\Delta / (\gamma + \Delta)] * (R_n - G) \quad (4)$$

Sendo:

ET_0 = evapotranspiração de referência (mm/dia); γ = constante psicrométrica ($\text{kPa}/^\circ\text{C}$);

Δ = derivada da função de saturação de vapor de água; R_n = radiação útil recebida pela cultura de referência (mm/dia); G = fluxo de calor recebido pelo solo (mm/dia).

Para cálculo do Balanço hídrico no município de Itabaiana foi usado a metodologia proposta por Thornthwaite - Mather (1955), assumindo uma capacidade de água disponível no solo (CAD) de 100 mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As correlações da ET_0 foram realizadas entre os métodos de Priestley – Taylor (P-T) e Penman – Monteith (P-M) como mostra a Figura 2 e determinação da ET_0 entre os métodos de Hargreaves – Samani (H-S) e Penman - Monteith (P-M), conforme Figura 3. Observa-se uma correlação positiva de ambos os métodos com regressão linear de ajuste R^2 de 0,61 para P-T versus P-M e R^2 de 0,62 para H-S versus P-M. A correlação foi classificada como alta de acordo com Hopkins (2014), podendo ser adotados para eventuais estudos de alocação de água e balanços hídricos.

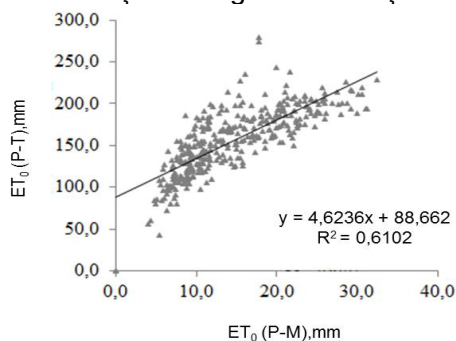


Figura 2. Correlação ET_0 H.-S. versus P.M.

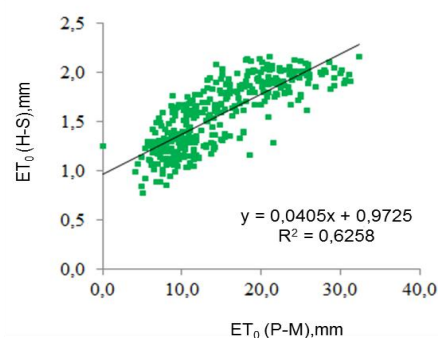


Figura 3. Correlação ET_0 P.-T. versus P.M.

As precipitações encontradas na série temporal de 2017 e 2018 estão apresentadas na Figura 4. É possível observar que os índices pluviométricos se iniciam em fevereiro, aumentam consideravelmente em junho e diminuem em outubro. No estudo foi encontrado um valor médio mensal de 67 mm, com a maior precipitação encontrada no mês de setembro (165,8 mm) resultado atípico na região, pois o pico mensal ocorre comumente no mês de maio (WHITE, 2011).

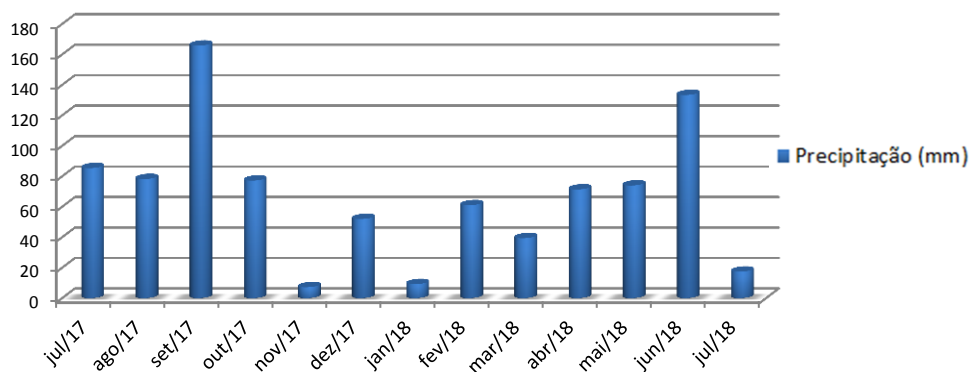


Figura 4. Distribuição das precipitações no município de Itabaiana/SE

A Figura 5 apresenta o balanço hídrico de Itabaiana para o período em estudo. Os resultados mostraram o período chuvoso de maneira efetiva entre os meses de junho a outubro. Ocorre um excedente hídrico no mês de setembro, as deficiências hídricas incidem entre os meses de outubro a maio, sendo o período de janeiro a março os meses com maiores taxas de deficiência hídrica (valor maior encontrado de 0 a -104 mm), sendo então, recomendável complementar a lâmina de água no solo através do uso de irrigação. A reposição de água no solo se apresentou nos meses de junho a setembro e a retirada de água no solo entre os meses de outubro aos primeiros dias do mês de fevereiro de 2018.

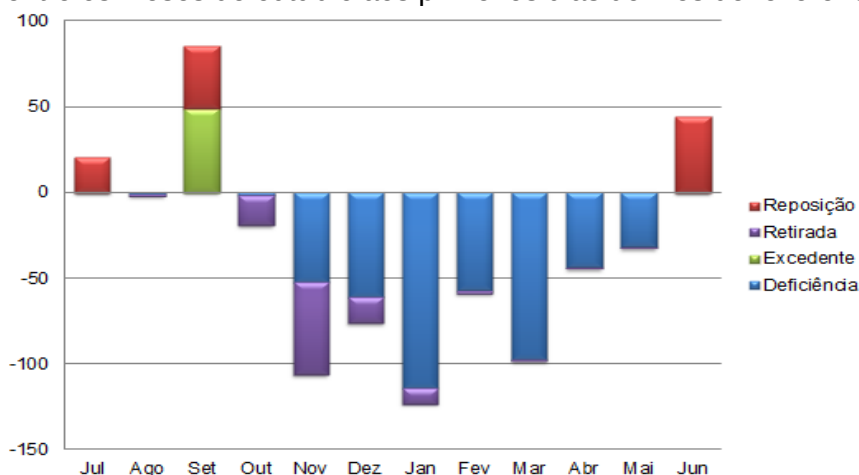


Figura 5. Balanço Hídrico Normal mensal.

O conhecimento da capacidade máxima que um solo pode reter água (CAD) é importante para fins de dimensionamentos agrícolas, cálculo de escoamento superficial, gestão hídrica, dentre outros (DE ALMEIDA, 2016). Foi construída a curva do CAD para a área de estudo, sendo adotado um CAD de 100 mm. Apenas o mês de setembro atingiu sua capacidade máxima, os demais meses apresentaram déficit no armazenamento de água do solo como mostra a Figura 6.

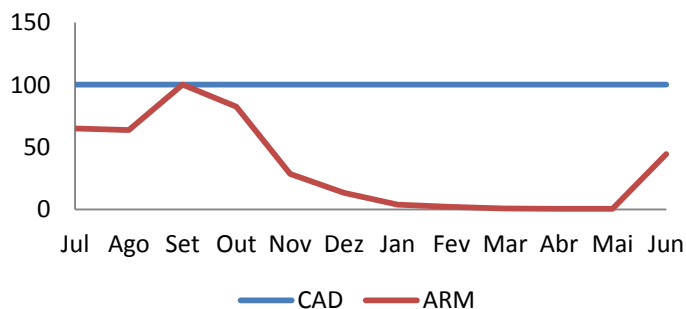


Figura 6. Capacidade de armazenamento (CAD) e Armazenamento mensal (ARM).

CONCLUSÕES

1. Os métodos de estimativa da evapotranspiração de referência que mais se aproximaram, apresentando um significativo coeficiente de ajuste foram Penman - Monteith e Hargreaves - Samani, indicando que 62,8% da variável dependente consegue ser explicada pelo modelo.
2. O período de excedente hídrico se comportou na estação do inverno e o início da primavera, representando o abastecimento d'água no solo.
3. A deficiência hídrica abrange o verão e o outono, indicando altas taxas de evapotranspiração e com redução da precipitação pluviométrica, o que evidencia a falta de armazenamento da d'água no solo. Portanto, o período seco necessita de maior alerta no manejo da irrigação para culturas que necessitam de manutenção do status hídrico.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 297p. (FAO Irrigation and Drainage Paper 56).
- CAVALCANTE JUNIOR, E. G. et al. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para as condições do semiárido nordestino. Embrapa Cerrados-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2011.
- DE ALMEIDA, JOANA D. M.; DE SOUZA, J. O. P.; DE BARROS C., A. C.. Dinâmica e caracterização fluvial da bacia do riacho grande, Serra Talhada-PE: Abordagem da conectividade da paisagem. Geo UERJ, n. 28, p. 308-331, 2016.
- HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A., Reference crop evapotranspiration from temperature. Appl. Eng. Agric, v.1, n.2, p.96-99, 1985.
- INMET. Instituto de Meteorologia. Disponível em: www.inmet.gov.br. Acesso em: 06/07/2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA. Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2010. IBGE, 2010.
- LACERDA, Z. C.; TURCO, J. E. P. Estimation methods of reference evapotranspiration (ET_o) for Uberlândia – MG. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.35, n.1, p.27-38, 2015.
- PENMAN, H. L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proceedings of Royal Society-Series A, London, v.193, n.1, p.120-145, 1948.
- PRIESTLEY, C. H. B.; TAYLOR, R. J. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. Monthly Weather Review, Boston, v.100, n.2, p.81-92, 1972.
- SANTOS, C. O. QUESTÕES SOCIOAMBIENTAIS NOS PERÍMETROS IRRIGADOS DO MUNICÍPIO DE ITABAIANA/SE (Environmental issues in the city of irrigated Itabaiana/SE, Brazil). Acta Geográfica, v. 7, n. 14, p. 139-152, 2013.
- SOUSA, I. F. DE; SILVA, V. P. R. DA; SABINO, F. G.; NETTO, A. DE O.; SILVA, B. K. N.; AZEVEDO, P. V. Evapotranspiração de referência nos perímetros irrigados do estado de Sergipe. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, p.633-644, 2010.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance publications in Climatology, 8 (1). DIT, Laboratory of climatology, Centerton, NJ, USA, 1955.
- WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A. D. S.. Análise da precipitação e sua influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. 2011.