

Avaliação de desempenho do modelo SWAT para estimativa da evapotranspiração potencial para a região de Petrolândia, Estado de Pernambuco

Mislainy Mayana Moura Araújo Silva¹
Madson Tavares Silva¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN/DEC
CEP.: 59078-970 - Natal - RN, Brasil
mislainy@live.com, madson_tavares@hotmail.com,

Abstract

This study aimed to validate the estimates of potential evapotranspiration (ETP) in the region of Petrolândia (PE) from 1993 to 2010, by means of simulations using the SWAT model proposed by Penman-Monteith method, which combines the effects of energy balance with the evaporating capacity of the air. Besides using the Penman-Monteith, aiming to control the values of output of the model, the ETP was also estimated by the method of Linacre, whose variables considered in their input to perform the estimation of the evapotranspiration average in the areas, are temperature average air (Tmed) and the dew point temperature (to), being the method conditioned on energy availability in surface and atmospheric demand for water vapor, being very sensitive to the values of air temperature. From the generated results, it was found that the estimates of the SWAT model indicated that the ETP varied between 3.5 mm and 5.3 day⁻¹, while values obtained by Linacre method indicated be of the order of 5.0 mm day⁻¹, demonstrating the occurrence of an underestimation of the SWAT. Furthermore, it was found by the analysis of the coefficient of determination (R²) an answer satisfactorily for the statistical criteria.

Key words: Potential Evapotranspiration, SWAT model, Penman-Montheith method, Evapotranspiração Potencial, Modelo SWAT, Método de Penman-Montheith.

1. Introdução

A água da superfície terrestre atinge a atmosfera no estado de vapor por meio da evapotranspiração, de forma que esta se mostra de suma importância no ciclo hidrológico. O processo de evapotranspiração está ligado à evaporação de águas livres (como as presentes nos rios e oceanos), bem como do solo, da vegetação úmida e da transpiração vegetal (Sentelhas & Angelocci, 2009).

A ET desempenha um importante papel para, dentre outros fatores, o balanço hídrico e agricultura. No balanço hídrico de microbacias hidrográficas, a vazão (Q) gerada é resultado da diferença entre a água que precipita na microbacia e a que sai dela por evapotranspiração. No caso de culturas, essa ET estará restrita aos processos de evaporação da água presente no solo, da vegetação úmida e de transpiração vegetal, de forma que o balanço hídrico resultará numa variação da água armazenada no solo, trazendo consequências ao crescimento e desenvolvimento da cultura.

Thorntwaite & Wilm (1944), introduzem o conceito de evapotranspiração potencial, sendo esta a perda de forma natural de água para a atmosfera em um solo com vegetação, por meio dos processos de evaporação e transpiração. Posteriormente, Penman (1948), considera a evapotranspiração em uma determinada área como função da disponibilidade energética, demanda atmosférica e suprimento hídrico do solo, sendo recomendado pela FAO como padrão para a estimativa da evapotranspiração de referência por apresentar um melhor desempenho para os mais diferentes climas.

Nesse contexto, Sales (2008), destaca a importância de se conhecer e quantificar a evapotranspiração de forma precisa, proporcionando assim a estimativa do volume e a intensidade de água a ser aplicada em cultivos irrigados, trazendo como resultado a otimização do uso dos recursos hídricos, equipamentos de irrigação e energia elétrica e, conseqüentemente, reduzindo os custos de produção.

Os modelos numéricos aplicados na hidrologia apresentam-se como ferramentas de grande importância nos estudos do ciclo hidrológico e científicos relacionados com a gestão hídrica e problemas práticos. Desde meados dos anos 1960, diversos modelos hidrológicos foram

estabelecidos; os modelos têm sido desenvolvidos desde bases mais conceituais simples até mais tarde com o desenvolvimento da computação e inserção dos SIG's desenvolvendo assim os modelos distribuídos de base física. Dentre os modelos distribuídos de base física, o Soil and Water Assessment Tool – SWAT desenvolvido no início de 1990, é um modelo aplicado em escala de bacia hidrográfica (Arnold et al., 1998).

Assim, o objetivo deste trabalho foi validar as estimativas da ETP na região de Petrolândia-PE por meio de simulações do modelo SWAT através do método proposto por Penman-Monteith.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Caracterização da área de estudo

A área em estudo é o município de Petrolândia (PE), inserido na região Nordeste do Brasil, com posição latitudinal 08°58'45" sul e longitudinal 38°13'10" oeste, fazendo limites com Floresta (ao Norte), Jatobá (ao Sul), Tacaratu (a Leste) e com o Estado da Bahia (a Oeste). Faz parte da microrregião de Itaparica e mesorregião do São Francisco Pernambucano, com predominância do bioma caatinga e dos solos raso e cristalino (Prefeitura Municipal de Petrolândia - PE, 2014).

De acordo com o Instituto de Pesquisa e Estratégia do Ceará (IBGE, 2004), há predominância do clima semiárido quente, caracterizado pelas temperaturas médias elevadas, escassez e irregularidade das precipitações, com forte índice de evaporação do ar em consequência da temperatura média elevada.

2.2. Modelos de estimativa da evapotranspiração potencial (ETP)

A evapotranspiração potencial foi estimada pelo modelo SWAT através do método de Penman-Monteith de acordo com a Equação (1). Dessa forma, necessitando, portanto, para a sua estimativa, de dados médios climáticos das condicionantes termodinâmicas da atmosfera.

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

Em que:

- R_n: Saldo de Radiação (Mj/m² dia⁻¹),
- G: Fluxo de calor no solo (Mj m⁻² dia⁻¹),
- T_a: Temperatura média do ar (°C),
- u₂: Velocidade média diária do vento a 2m de altura,
- e_s: Pressão de saturação de vapor média diária (kPa),
- e_a: Pressão atual de vapor média diária (kPa),
- Δ: Declividade da curva de pressão de vapor.
- Γ: Constante psicrométrica (kPa/°C).

A ETP também foi estimada pelo método de Linacre a partir da Equação (2) para a estação meteorológica de Petrolândia como critério de controle dos valores de saída do modelo.

$$ETP = \frac{500 \frac{T_{med} + (0,006 H)}{100 - (L)} + 15 (T_{med} - T_o)}{(80 - T_{med})} \quad (2)$$

Em que:

- T_{med}: Temperatura média (°C),
- H: Altitude (m), para a localidade,
- L: Latitude (°S), para a localidade,
- T_o: Temperatura de Orvalho (°C).

3. Resultados e Discussão

A partir da Figura 1 observa-se a distribuição espacial da cobertura da superfície para a área na qual está inserida a estação meteorológica de Petrolândia. Essa estação está condicionada aos domínios morfoclimáticos da região do Sertão de Itaparica, que caracteriza grande demanda evapotranspirativa praticamente em todas as estações do ano. A presença do reservatório da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga garante em torno de 13% da cobertura dos solos da região; entretanto, há predomínios dos tipos de cobertura com 39 e 35%, da caatinga arbórea-arbustiva e sub-arbustiva, respectivamente.

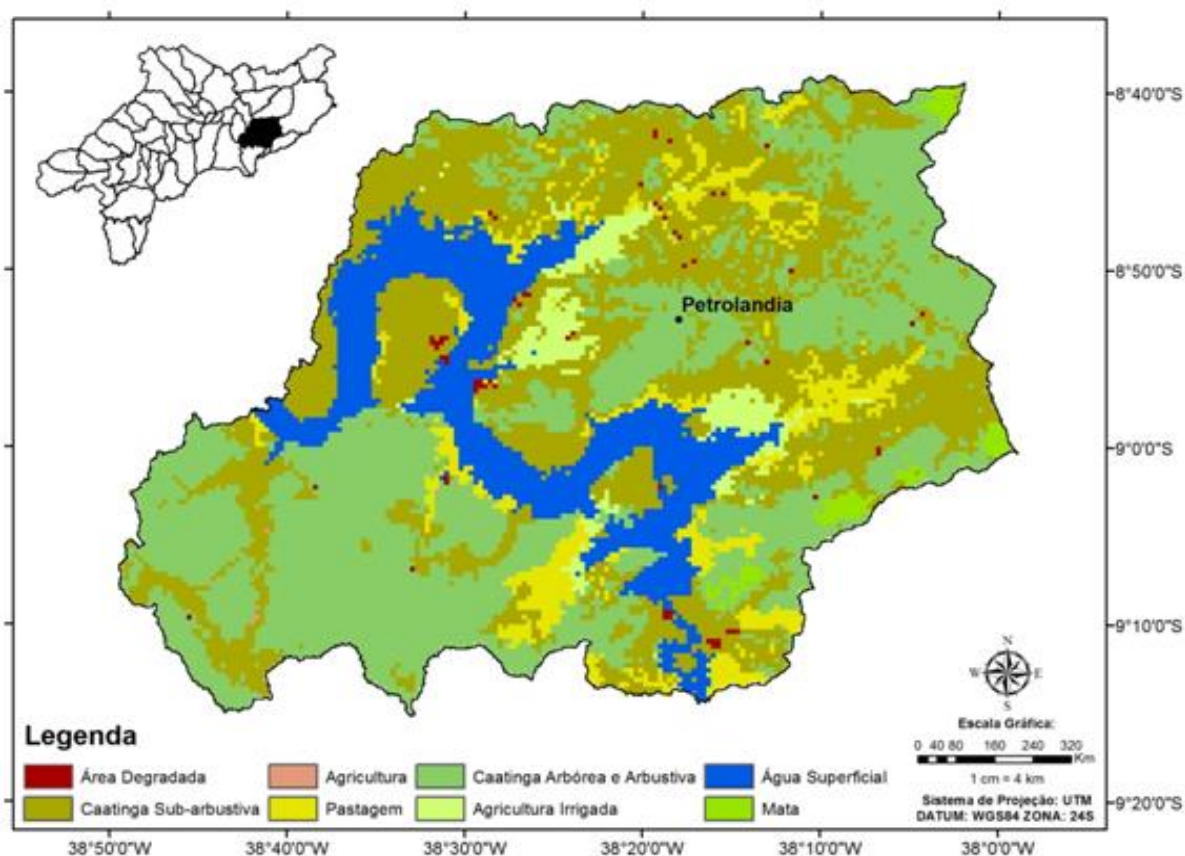


Figura 1. Distribuição espacial da cobertura da superfície para área de estudo, na qual está inserida a estação meteorológica de Petrolândia.

A Figura 2 indica a relação entre os dados mensais da ETP estimada pelo modelo SWAT e pelo método de Linacre para a região de Petrolândia. Os valores médios foram subestimados pelo SWAT com EMA de $0,4 \text{ mm dia}^{-1}$, representando pouco mais de 6,4%. O valor médio simulado foi da ordem de $5,4 \text{ mm dia}^{-1}$, apresentando valor máximo e mínimo de $6,9$ e $2,8 \text{ mm dia}^{-1}$, respectivamente. A análise do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,90$) permite verificar que as estimativas atenderam satisfatoriamente os critérios estatísticos com níveis de significância utilizados neste estudo. Em trabalho semelhante, Oliveira et al. (2001), para algumas localidades de Goiás e Distrito Federal, avaliaram diferentes métodos de estimativa da ETP e compararam com o método de FAO Penman-Monteith. Para as localidades estudadas, os resultados mostraram que os valores da ETP foram mais bem estimados pelos modelos de Penman e Hargreaves seguidos da Radiação e que ambos os modelos superestimaram a ETP, quando comparados com o de Penman-Monteith.

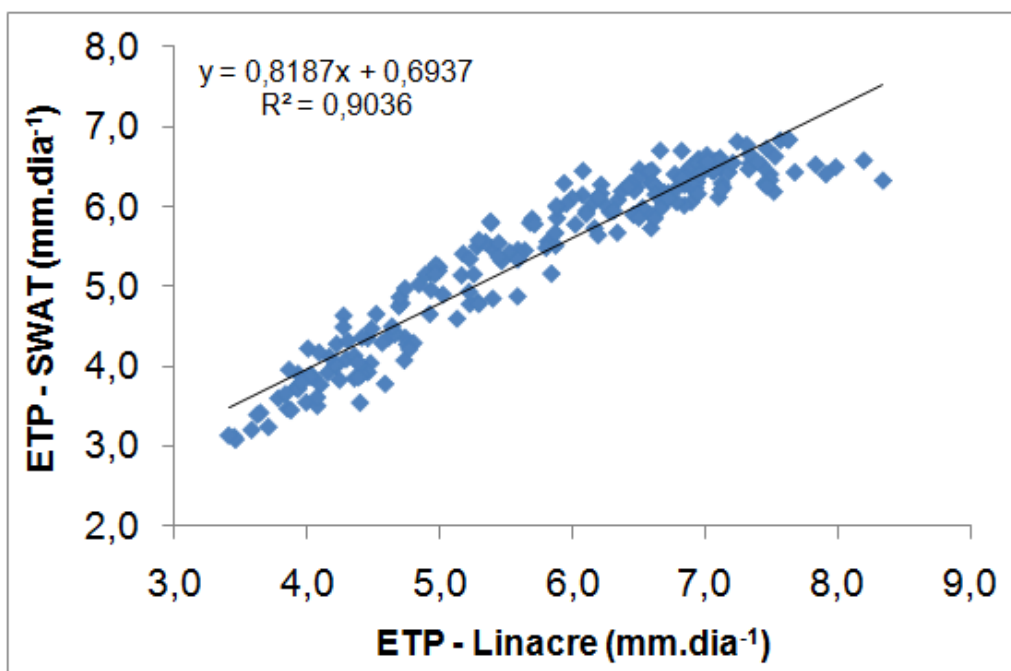


Figura 2. Relação entre as estimativas de ETP pelo modelo SWAT e o método de Linacre para o período (jan-1993 a dez-2010), para localidade de Petrolândia.

A partir da Figura 3 é possível verificar as estimativas dos valores médios diários na escala mensal para o ano de 2010 da evapotranspiração potencial para a região de Petrolândia, oriundos das simulações do SWAT e estimados pelo método de Linacre. Os maiores valores observados ocorreram entre outubro e março, como reflexo da maior disponibilidade de energia no sistema solo-planta-atmosfera para o fluxo de calor latente, neste período do ano. As estimativas do SWAT indicaram que o valor médio da ETP variou entre 3,5 e 5,3 mm dia⁻¹, enquanto que os valores obtidos pelo método Linacre foram da ordem de 5,0 mm dia⁻¹, caracterizando subestimativa do SWAT. Todavia, o método Linacre está condicionado à disponibilidade de energia na superfície e também da demanda atmosférica por vapor de água, tendo como variáveis de entrada do modelo a temperatura média do ar (T_{med}) e a temperatura do ponto de orvalho (T_o). Esta demanda é definida por um efeito combinado de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento (Allen et al., 1998; Pereira et al., 2002).

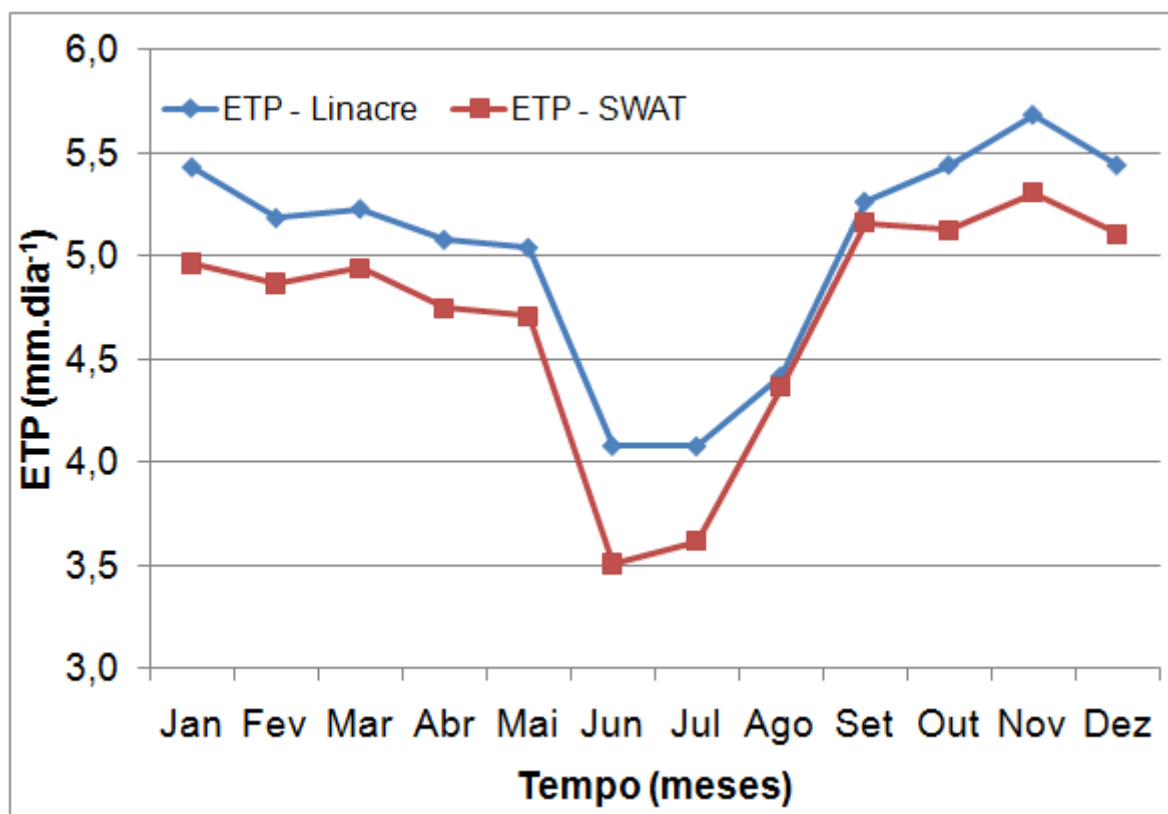


Figura 3. Variação mensal (ano de 2010) da evapotranspiração potencial simulada pelo SWAT e método de Linacre, para localidade de Petrolândia.

4. Conclusões

Em ambos os métodos (Penman-Monteith e Linacre), os maiores valores de ETP foram verificados entre os meses de outubro a março, nos quais há maior disponibilidade de energia no sistema solo-planta-atmosfera para o fluxo de calor latente.

Por meio da análise do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,90$), foi possível verificar o atendimento satisfatório das estimativas para os critérios estatísticos com níveis de significância utilizados no estudo.

Referências bibliográficas

Allen, R.G. *et al.* **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).

Arnold, J. G.; Srinivasan, R.; Mutiah, R.S.; Williams, J. R. Large area hydrologic modeling and assessment. Part I: Model development. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 34, n. 1, p. 73-89, 1998.

Camargo, A. P. de; Camargo, M. B. P. de. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. **Bragantia**, Campinas, vol.59, n.2, p. 125-137, 2000.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2004). Mapa de climas do Brasil. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos>. Acesso em: outubro 2014.

Oliveira, L. F. C. *et al.* Estimativa das equações de chuvas intensas para algumas localidades no Estado de Goiás pelo método da desagregação de chuvas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 20. p. 23 - 27, 2005.

Penman, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proceeding Royal Society**, London, v.193, p.120-143, 1948.

Pereira, A.R. *et al.* **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 487 p, 2002.

Prefeitura municipal de Petrolândia - PE. (2014). **A cidade: História**. Disponível em: <<http://www.petrolandia.pe/a-cidade/3/historia.html>>. Acesso em: 07 nov. 2014

Sales, J. C. **Caracterização climática e comparação de métodos de estimativa de evapotranspiração de referência para regiões do Estado do Ceará**. 2008. 212p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu.

Sentelhas, P. C; Angelocci, L. R. (2009). **Evapotranspiração: Definição e conceitos**. Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/aulas/lce306/Aula8.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2014.

Thornthwaite, C.W.; Wilm, H.G. Report of the Commite on evapotranspiration and transpiration, 1943-1944. Washington, **D.C.: Transactions of the American Geophysical Union**, 1944. p.686-693.