

Daily variation of evapotranspiration in Bom Jesus, Piauí

Arão de Moura Neto*, Ana Caroline G. Miranda*, Gabriel S. T. Fernandes**, Ângelo da S. Gonçalves Junior*,
Laila L. S. e Silva*, Raiany de O. Silva**, Edivania de A. Lima****

*Graduando (a) em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil. E-mail: araoneto@ufpi.edu.br, carolmiranda@ufpi.edu.br, angelosgjunior@gmail.com, laila.lucia@ufpi.edu.br

**Graduanda em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil. E-mail: raianyoliveira95@gmail.com

***Doutorando em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, Brasil. E-mail: agrogabrielt@gmail.com

****Professora Doutora Associada I, Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil. E-mail: edivania@ufpi.edu.br

Received 20 October 2021; accepted 24 November 2021

Abstract

Evapotranspiration is a very important concept for meteorology and agriculture and there are several methods to estimate it. Thus, the present work sought to quantify and characterize the daily variation in evapotranspiration, calculated using the Penman-Monteith method, in the municipality of Bom Jesus, state of Piauí. Data on air temperature, relative humidity, precipitation and wind speed at 2 meters were collected on the NASA POWER platform, these variables were obtained on the daily scale for the period 1981 to 2020. Subsequently, the ETo was calculated through the Penman-Monteith-FAO56 equation. Then, correlation analysis between meteorological elements and ETo was performed. With the results obtained, it was observed that humidity and maximum air temperature are elements that exert the greatest influence on the ETo indexes and that the months of September and October have the highest ETo indexes, with the lowest being found in the January period to April.

Keywords: Time series, Meteorological elements, Penman-Monteith.

Variação diária da evapotranspiração em Bom Jesus, Piauí

Resumo

A evapotranspiração é um conceito importantíssimo para a meteorologia e para a agricultura e vários são os métodos para estimá-la. Dessa forma, o presente trabalho buscou quantificar e caracterizar a variação diária da evapotranspiração, calculada com o método de Penman-Monteith, do município de Bom Jesus, Estado do Piauí. Coletou-se, na plataforma NASA POWER, dados de temperatura do ar, umidade relativa, precipitação e a velocidade do vento a 2 metros. Estas variáveis foram obtidas na escala diária para o período de 1981 até 2020. Posteriormente, foi calculada a ETo através da equação de Penman-Monteith-FAO56. Em seguida foi realizada análise de correlação entre os elementos meteorológicos e a ETo. Com os resultados obtidos, observou-se que a umidade e a temperatura máxima do ar são elementos que exercem maior influência nos índices de ETo e que os meses de setembro e outubro apresentam os maiores índices de ETo, com os menores sendo encontrados no período de janeiro a abril.

Palavras-chave: Série temporal, elementos meteorológicos, Penman-Monteith.

1. Introdução

Com a crescente preocupação mundial com o uso racional da água, o desenvolvimento de metodologias voltadas para a obtenção de máxima produtividade com um mínimo uso dos recursos hídricos torna-se cada vez mais necessário para um planejamento mais eficiente do aproveitamento da água na produção agrícola (Lucena et al., 2016).

Diante disso, o entendimento do conceito de evapotranspiração tem se tornado cada vez mais importante, uma vez que se refere à soma dos conceitos de transpiração e evaporação, sendo uma

definição importantíssima pois estabelece o consumo de água pelas plantas e a quantidade de água a ser repostada no sistema. As definições de evapotranspiração mais utilizadas são a evapotranspiração de referência (ETo) e a de cultura (ETc). Sendo a ETo um termo variante de região para região, portanto, dependendo das condições climáticas presentes no local (Mantovani et al., 2009).

Atualmente, a equação mais completa e precisa para estimar a ETo de uma região é a equação de Penman-Monteith. Todavia requer variáveis como

temperatura do ar, saldo de radiação, velocidade do vento e umidade do ar. Entretanto, nem todas essas variáveis estão sempre disponíveis e, devido a isso, os métodos que demandam menos variáveis ainda possuem notável importância (Conceição e Mandelli, 2005; Mantovani et al., 2009).

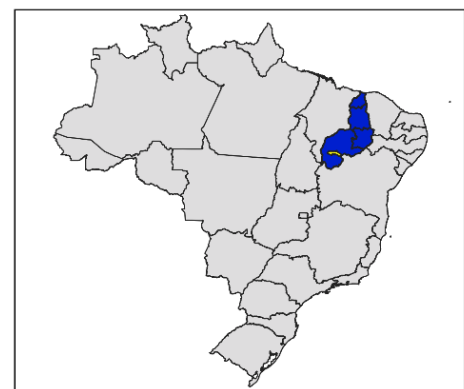
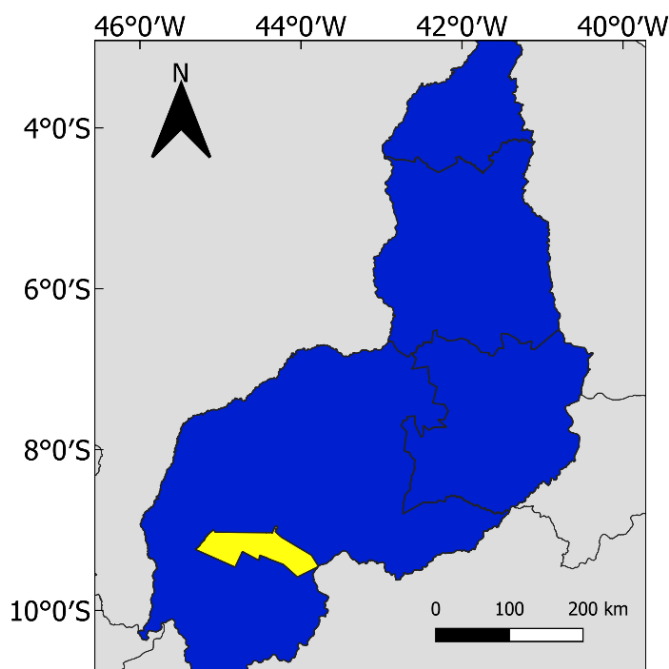
A ET_c juntamente com o coeficiente de cultivo (k_c) são fundamentais para a outorga, o dimensionamento e o manejo da irrigação de uma cultura. Isto se deve à variação desses valores conforme a disponibilidade energética do local, variedade e idade da planta (Silva et al., 2006). A região do Vale do Guruguia, no sudoeste do estado do Piauí, compreende os municípios de Alvorada do Guruguia, Cristino Castro, Redenção do Guruguia e Bom Jesus. É uma região que apresenta clima quente e seco, mas possui boa disponibilidade de água subterrânea (Bastos et al., 2008). Além disso, Fernandes et al. (2020) constataram que há tendências de mudanças na climatologia do município de Bom Jesus, migrando do clima Subúmido para o clima Semiárido, afetando a

disponibilidade hídrica local.

Diante do exposto, objetivou-se com a execução do presente trabalho, quantificar e caracterizar a variação diária da evapotranspiração, calculada com o método de Penman-Monteith, do município de Bom Jesus, Estado do Piauí.

2. Metodologia

O estudo foi realizado na cidade de Bom Jesus-PI, localizada na mesorregião sudoeste piauiense com as coordenadas $9^{\circ}05'20,4''S$; $44^{\circ}20'55,1''W$; 277 m (Figura 1). A cidade conta com um território de 5.471,024 km² e população, estimada para o ano de 2021, de 25.584 pessoas (IBGE, 2021). A região possui classificação climática, segundo Koppen, de Awa (Tropical chuvoso com estação seca no inverno e temperatura média do mês mais quente maior que 22 °C), com precipitação pluviométrica variando de 900 a 1200 mm ao ano e temperatura média de 26,2 °C (INMET, 2021).



Legenda

- Brasil
- Piauí
- Bom Jesus - PI

MAPA DO ESTADO DO PIAUÍ

Sistema de coordenadas geográficas
Datum SIRGAS 2000

Figura 1- Localização do município de Bom Jesus – PI.

Os dados meteorológicos foram coletados na plataforma NASA POWER (Prediction Of Worldwide Energy Resources), e as variáveis obtidas foram: temperatura do ar (média – $T_{\text{média}}$, máxima – $T_{\text{máxima}}$ e mínima – $T_{\text{mínima}}$), umidade do relativa (UR), precipitação, a velocidade do vento a 2 metros (U) e a radiação global (Rg). Elas foram obtidas na escala diária para o período de 1981 até 2020.

A ET_o foi estimada segundo o método de Penman-Monteith-FAO56, através da seguinte equação:

ET_o

$$= \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{(T + 273)} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)}$$

Onde:

ET_o = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);
R_n = o saldo radiação a superfície (MJ m⁻² d⁻¹);
G = densidade de fluxo de calor do solo (MJ m⁻² d⁻¹);
T = temperatura média do ar em 2 m de altura (°C);
γ = constante psicrométrica kPa °C⁻¹;
U₂ = velocidade do vento a 2 m de altura (m s⁻¹),
e_s = pressão de saturação de vapor (kPa);
e_a = pressão atual de vapor (kPa);

D = declividade da curva de pressão de saturação, em kPa °C⁻¹.

Após o cálculo de ET_o, procedeu-se com a realização da análise do coeficiente de correlação de Pearson (r) que foi obtido através do software R 4.1.1 (R Core Team, 2021). Posteriormente, classificou-se o coeficiente de correlação de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação da correlação de acordo com o coeficiente

Coeficiente de correlação “r”	Classificação
0,0 – 0,1	Muito Baixa
0,1 – 0,3	Baixa
0,3 – 0,5	Moderada
0,5 – 0,7	Alta
0,7 – 0,9	Muito Alta
0,9 – 1,0	Quase Perfeita

Fonte: Hopkins (2000).

3. Resultados e discussão

Com a análise dos elementos observados, foi possível constatar que a evapotranspiração alcançou índices mais elevados nos meses de setembro e outubro (Figura 2), período que também coincidiu aquele no qual se obteve os maiores índices de T.média, T.máxima e T.mínima (Figura 3). O índice médio de evapotranspiração se manteve na faixa próxima aos 6,1 mm dia⁻¹.

Pode-se observar também que no mesmo período a UR se comportou de maneira antagônica, apresentando os menores índices no período citado. Enquanto a radiação global demonstrou comportamento semelhante ao da temperatura, apresentando os índices mais elevados nos meses de

setembro e outubro (Figura 4). Silva et al. (2018) estudando os efeitos da influência dos elementos meteorológicos na evapotranspiração de referência da cidade de Jaguaruna, observaram que os elementos temperatura máxima e umidade relativa do ar são mais sensíveis no período seco. Corroborando com o estudo de Oliveira et al. (2017), que analisando a influência dos elementos meteorológicos no modelo Penman-Monteith FAO-56 concluíram que a temperatura máxima do ar e a umidade relativa do ar são os elementos de entrada na equação que devem apresentar maior precisão. Isso é devido a temperatura do ar ser uma das variáveis mais importantes do cálculo da evapotranspiração segundo a equação de Penman-Monteith.



Figura 2- Variação temporal da evapotranspiração de referência em Bom Jesus – PI.

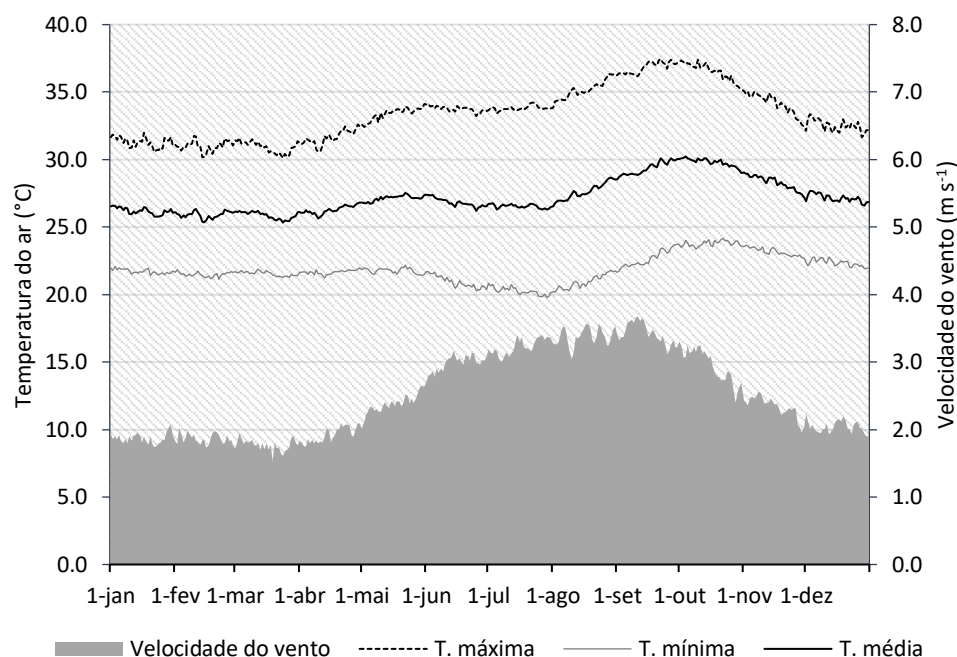


Figura 3- Variação temporal da temperatura do ar (°C) e velocidade do vento (m s⁻¹) em Bom Jesus – PI.

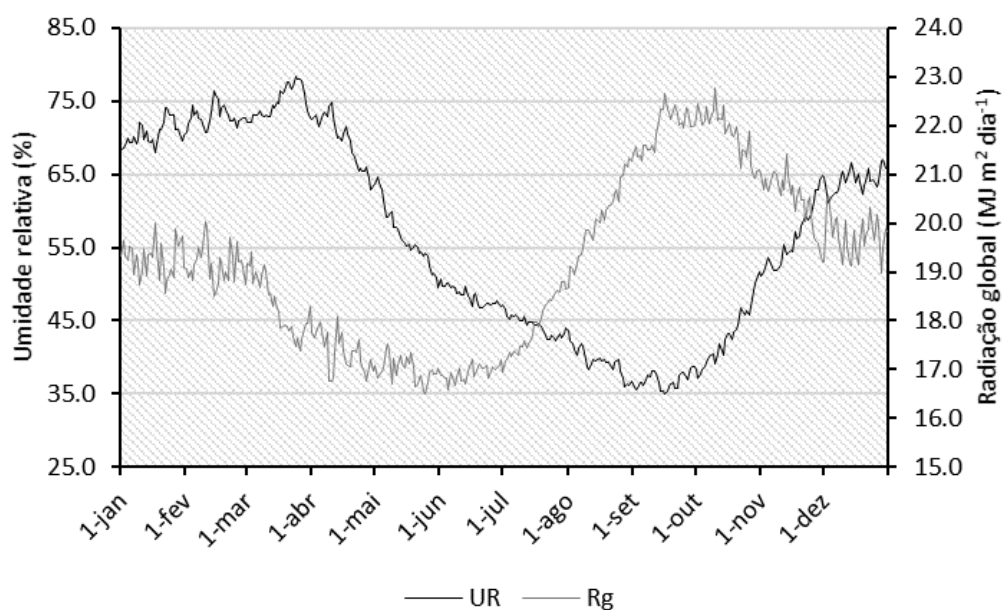


Figura 4- Variação temporal da umidade relativa do ar (UR) e radiação solar global (Rg) em Bom Jesus – PI.

Diante dos resultados observados na análise de correlação de Pearson (Figura 5), constatou-se que o único elemento meteorológico que apresenta correlação negativa é a UR, que apresenta índice de correlação de aproximadamente -0,95. Corroborando com Alencar et al. (2012) que, analisando a evapotranspiração e sua sensibilidade aos principais elementos meteorológicos em Uberaba – MG,

concluiu que os maiores aumentos da evapotranspiração de referência ocorrem como uma resposta à tendência da diminuição da umidade relativa à alta sensibilidade da equação de Penman-Monteith-FAO a este elemento climático, para aquela região, justificativa que também pode ser dada aos resultados observados no presente estudo.

Tabela 2 – Análise de correlação de Pearson (r).

Variável	Correlação
Temperatura máxima	0.96626
Temperatura mínima	0.2830303
Temperatura média	0.8451178
Umidade relativa	-0.9446281
Velocidade do vento	0.905082
Radiação global	0.6752043

É possível observar no gráfico acima os valores dos coeficientes de correlação dos dados obtidos, constatando-se correlação negativa com a UR, estando em valores próximos de -1, e correlação positiva com os demais elementos, destacando-se a temperatura máxima que apresenta correlação quase perfeita, com valores próximos a 1,0, e a temperatura mínima que apresenta baixa correlação, com valores entre 0,2 e 0,3. Segundo Blindeman (2000); Khanikar e Nath (1998); Schmidt et al. (1987), a ETo está negativamente correlacionada à umidade relativa e à nebulosidade e positivamente à temperatura do ar, velocidade vento, horas de sol e radiação solar.

Sabe-se que a estimativa da evapotranspiração está fortemente relacionada com o sequestro de carbono e com o rendimento das culturas, além de sua estimativa ser fundamental para um correto manejo da água e dos recursos hídricos (Lima et al., 2016). Dessa forma, esses resultados mostram que em meses com menores UR e temperaturas mais elevadas, há uma maior necessidade de reposição de água no solo e atenção à turgência das folhas vegetais, uma vez que de acordo com Costa e Marengo (2007) o processo de abertura e fechamento dos estômatos é afetado principalmente pela intensidade de luz e pelo estado de hidratação da folha, com o funcionamento estomático e a área foliar influenciando na produtividade do vegetal.

Dessa forma, estudos acerca do tema da evapotranspiração das culturas são importantes, uma vez que, segundo Sousa et al., (2010), o conhecimento acerca da demanda hídrica das culturas, que é obtido com base em estimativas da evapotranspiração, é uma informação fundamental para o manejo da água em qualquer região. Sendo assim, os índices de ETo são fundamentais para a agricultura, pois nesse setor produtivo a água é o fator mais limitante, sendo necessário atender às necessidades hídricas das culturas (Fernandes; Turco, 2003).

4. Conclusão

De todos os elementos analisados, a umidade do ar é o único que tem correlação negativa com a ETo. Os meses de maior ETo no município são setembro e outubro. O período de janeiro a abril

representou aquele com os menores índices de ETo. A temperatura máxima e a umidade relativa do ar são os elementos meteorológicos mais influentes na evapotranspiração. Faz-se necessário o uso de irrigação suplementar, nos meses com maior índice de ETo, em lavouras de culturas mais sensíveis ao déficit hídrico.

Referências

- Alencar, L.P., Sediya, G.C., Wandeley, H.S., Almeida, T.S., Delgado, R.C., Vieira, G.H.S., 2012. Evolução temporal da evapotranspiração de referência e sua sensibilidade aos principais elementos climáticos na cidade de Uberaba – MG. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 7, 159-166.
- Bastos, E.A., Ferreira, V.M., Silva, C.R., Andrade Júnior, A.S., 2008. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do feijão-caupi no Vale do Guruguia, Piauí. Irriga 13, 182-190.
- Blindeman L., 2000. Effect of air humidity on growth, keeping quality and water management of cut roses. Verbodsnieuws 44, 8-18.
- Conceição, M.A.F., Mandelli, F., 2005. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência em Bento Gonçalves, RS. Revista Brasileira de Agrometeorologia 13, 303-307.
- Costa, G.F., Marengo, R.A., 2007. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). Acta Amazônica 37, 229-234.
- Fernandes, E.J., Turco, J.E.P., 2003. Evapotranspiração de referência para manejo da irrigação em cultura de soja. Irriga 8, 132-141.
- Fernandes, G.S.T., Lima, E.A., Lopes, P.M.O., Silva, D.A.O., Santos, A., Silva, T.T.F., 2020. Classificação climática e aptidão agrícola para Bom Jesus-PI em diferentes cenários climáticos. Journal of Environmental Analysis and Progress 5, 38-48.
- Hopkins, W.G., 2021. Correlation Coefficient. Disponível: <http://www.sportsci.org/resource/stats/correl.html>. Acesso: 2 out. 2021.
- Khanikar P., Nath K., 1998. Relationship of open pan evaporation rate with some important

- meteorological parameters. Journal of the agricultural Science Society of North East India 11, 46-50.
- Lima, M.J.A., Farias, V.D.S., Costa, D.L.P., Sampaio, L.S., Souza, P.J.O.P., 2016. Efeito combinado das variáveis meteorológicas sobre a condutância estomática do feijão-caupi. Horticultura Brasileira 34, 547-553.
- Lucena, F.A.P., Silva, E.M., Ribeiro, A.A., Simeão, M., Lucena, J.P.A.P., 2016. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência no município de Bom Jesus, PI. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada 10, 663-675.
- Mantovani, E.C., Bernardo, S., Palaretti, L.F., 2009. Irrigação: princípios e métodos. 3. ed. atual. Ed. UFV, Viçosa.
- Oliveira, J.B., Silva, F.H.G., Araújo, E.M., Brasil, P.P., Vasconcelos, W.I., Macedo, K.G., 2017. Influência dos elementos meteorológicos no modelo Penman-Monteith FAO-56. Simpósio de Manejo de Solo e Água, Mossoró.
- R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Schmidt G.M., Smajstrla A.G., Zazueta F.S., 1987. Estimating potential evapotranspiration from temperature in a humid region. Proceedings of the Soil and Crop Science Society of Florida 46, 17-21
- Silva, C.R., Alves Júnior, J., Silva, T.J.A., Folegatti, M.V., Campeche, L.F.S.M., 2006. Variação sazonal na evapotranspiração de plantas jovens de lima ácida 'tahiti'. Irriga 11, 26-35.
- Silva, F.H.G., Oliveira, J.B., Araújo, E.M., Vasconcelos, W.I., 2018. Influência dos elementos meteorológicos sobre a evapotranspiração de referência na cidade de Jaguaruana. Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação, Sobral.
- Sousa, I.F., Silva, V.P.R., Sabino, F.G., Netto, A.O.A., Silva, B.K.N., Azevedo, P.V., 2010. Evapotranspiração de referência nos perímetros irrigados do Estado de Sergipe. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 14, 633-644.