

## **BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO ESTIMADO POR DIFERENTES MÉTODOS DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL**

Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido <sup>1</sup>  
João Antonio Lorençone <sup>2</sup>  
Pedro Antonio Lorençone <sup>3</sup>  
Guilherme Botega Torsoni <sup>4</sup>  
José Reinaldo da Silva Cabral de Moraes <sup>5</sup>

### **Recursos Hídricos e Qualidade da Água**

#### *Resumo*

A agricultura é uma atividade que depende principalmente do balanço hídrico climatológico. Para sua estimativa se faz necessário o conhecimento da evapotranspiração de referência (ETP). Diversos são os métodos de estimativa da evapotranspiração, sendo o mais utilizado o de Penman e Monteith (PM), entretanto o mesmo possui uma exigência de muitas variáveis de entrada. Neste contexto, objetivou-se por meio deste trabalho comparar o balanço hídrico climatológico estimado pelo método padrão de PM com os demais modelos de ETP. Foi utilizada séries históricas de dados climáticos como radiação solar global, temperaturas média, máxima e mínima do ar, umidade relativa, velocidade do vento e precipitação pluvial durante o período de 1983-2018 para Mato Grosso do Sul. A ETP foi estimada pelos métodos de BL-Benevides e Lopez (1970), BC - Blaney e Criddle (1950), CAM - Camargo (1971), HAM - Hamon (1961), HS - Hargreaves e Samani (1985), JOB - Jobson (1985), KHA-Kharrufa (1985), MAK - Makkink (1957), PEN - Penman (1948), PM - Penman e Monteith (1998), PT - Priestley e Taylor (1972), ROM - Romanenko (1961), THO - Thornthwaite (1948) e TUR - Turc (1961).. Os métodos que mais se distanciaram de PM, em relação ao EXC e DEF foram KHA e JOB, respectivamente. Para o DEF todos os métodos subestimaram em relação PM, exceto BL e HAM. O método de Hamon (1961) demonstrou-se a maior semelhança com PM para a estimativa do balanço hídrico no estado do Mato Grosso do Sul.

---

<sup>1</sup>Prof. Dr. Instituto Federal do Sul de Minas –Departamento de Agrometeorologia, [lucas.aparecido@muz.ifsuldeminas.edu.br](mailto:lucas.aparecido@muz.ifsuldeminas.edu.br)

<sup>2</sup> Aluno do Curso de graduação em agronomia, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – Departamento de Agrometeorologia, [joao.lorencone@estudante.ifms.edu.br](mailto:joao.lorencone@estudante.ifms.edu.br)

<sup>3</sup> Aluno da graduação em agronomia, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – Departamento de Agrometeorologia, [pedro.lorencone@estudante.ifms.edu.br](mailto:pedro.lorencone@estudante.ifms.edu.br)

<sup>4</sup> Prof. Dr. Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – Departamento de Agrometeorologia, [guilherme.torsoni@ifms.edu.br](mailto:guilherme.torsoni@ifms.edu.br)

<sup>5</sup>Dr. em produção vegetal pela Universidade Estadual Paulista - Jaboticabal, departamento de agrometeorologia, [jose.moraes@unesp.br](mailto:jose.moraes@unesp.br)

## INTRODUÇÃO

A disponibilidade de energia e água determinam o potencial de produtividade agrícola de uma região, portanto, estudos detalhados sobre a influência das condições atmosféricas na produção agrícola, tornam-se importantes ferramentas para exploração adequada de novas áreas no estado com potencial agrícola (DORAN, e ZEISS, 2000).

Dentre os métodos que relacionam as condições atmosféricas com a produtividade agrícola, destaca-se a metodologia do balanço hídrico climatológico (GUPTA e GUPTA, 2019). É muito utilizado para gerenciamento de bacias hidrográficas, bem como para o planejamento agrícola e manejo de irrigação (HOOGEVEEN et al., 2015)

Há diversos métodos de estimativa do balanço hídrico, destacando-se o de Thornthwaite e Mather (1955). Esse modelo é muito utilizado por apresentar uma forma simplificada e prática para a obtenção do armazenamento de água no solo, além de ser possível sua realização em planilhas eletrônicas (ANDRÉASSIAN et al., 2004). Utilizando dados como precipitação pluvial (P), temperatura do ar média (Tm) e evapotranspiração potencial (ETP) é possível estimar o balanço hídrico diário.

Existem diversos métodos para obtenção da ETP, variando do mais simples necessitando de elementos como P e Tm ao mais complexo, com variáveis de vento, radiação e umidade relativa. No entanto, Zhao et al. (2013) observaram que há necessidade de mais trabalhos sobre como selecionar possíveis equações de estimativa de evapotranspiração potencial para reduzir sua incerteza e complexidade.

Neste contexto, objetivou-se por meio deste trabalho comparar o balanço hídrico climatológico estimado pelo método padrão de Penman-Monteith com os demais modelos de evapotranspiração potencial.

## METODOLOGIA

Neste estudo utilizou-se uma série histórica de dados de temperatura média, máxima e mínima do ar (°C), precipitação pluvial (mm), radiação solar global (MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>), umidade relativa (%) e velocidade do vento (m s<sup>-1</sup>), entre o período de 1983 – 2018. Esses

dados são baseados em observações de satélites de grids globais de 1°.

Os dados foram coletados por meio da plataforma National Aeronautics and Space Administration/Prediction of World Wide Energy Resources - NASA/POWER (STACKHOUSE et al., 2019), do período de 1990 a 2018 para 22 localidades do Mato Grosso do Sul. Com esses dados foram estimados as evapotranspirações potenciais (ETPs) por 15 métodos em escalas semanais para a avaliação do desempenho desses métodos.

Os métodos testados para estimar a ETP para as localidades de Mato Grosso do Sul foram: Penman e Monteith (1998) (PM); Benevides e Lopez (1970) (BL); Blaney e Criddle (1950) (BC); Camargo (1971) (CAM); Hamon (1961) (HAM); Hargreaves e Samani (1985) (HS); Jobson (Bowie et al., 1985) (JOB); Kharrufa (1985) (KHA); Makkink (1957) (MAK); Penman (1948) (PEN); Priestley e Taylor (1972) (PT); Romanenko (1961) (ROM); Tanner e Pelton (1960) (TP); Thornthwaite (1948) (THO) e Turc (1961) (TU).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O excedente hídrico foi subestimado por todos os métodos de ETP, com exceção de BL (Figura 1A). PEN, BC, JOB e KHA demonstraram os maiores desvios em relação a PM, porém não ultrapassando 30 mm (Figura 1A). Por outro lado, ROM, CAM, HAM e BL obtiverem os valores mais próximos de PM, sendo que BL foi o único método a superestimar o EXC, com uma média de 43,6 mm ( $\pm 9,5$ ). O desvio foi maior na região sul, sendo a região com maior EXC do estado, em torno de 43,3 mm (PM). Montenegro et al. (2013) também concluíram que a maioria dos métodos de ETP subestimam o EXC, para o estado de Pernambuco, Brasil.

O déficit hídrico demonstrou maior discrepância entre os diferentes métodos de ETP. Pelo método de PM observou-se que a média de DEF para o estado foi de 12,35 mm ( $\pm 8,7$ ) com maior intensidade na região norte e central (Figura 1B). O método de JOB apresentou 66,67 mm adicionais, em relação PM, possuindo o maior desvio, seguido por TP, PEN e KHA. Os únicos métodos que subestimaram foram BL e HAM, além de apresentar os menores desvios. A região norte, de maneira geral, demonstrou maior diferença em relação PM. Aparecido et al (2020) concluíram também que a região sul do estado do MS possui menores intensidades de DEF.

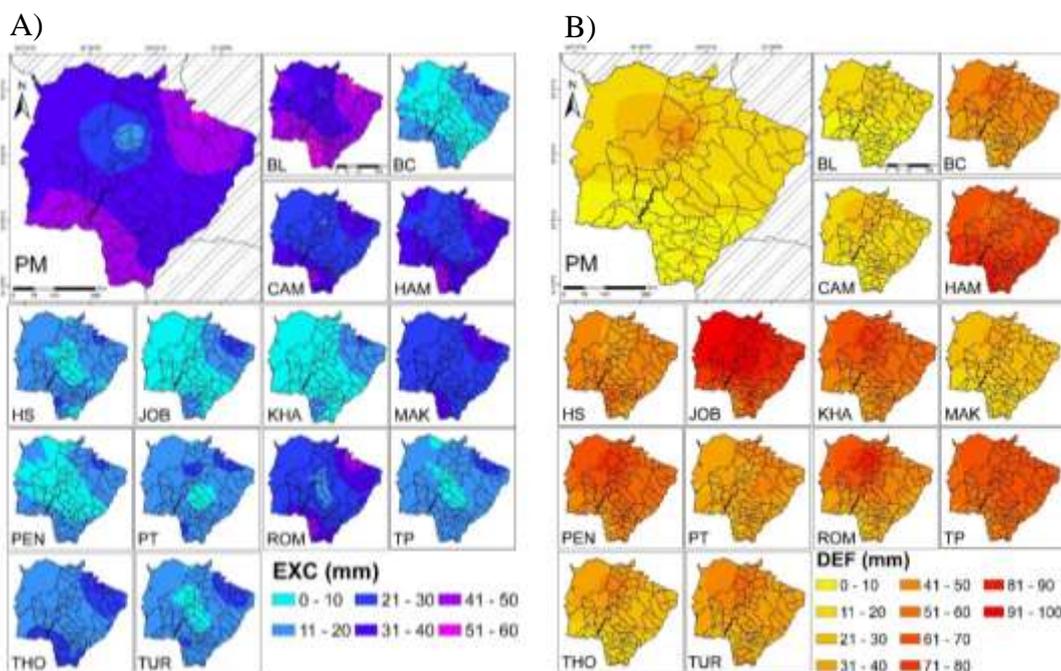


Figura 01: Variabilidade espacial do excedente (A) e déficit hídrico (B) em função de diferentes métodos de evapotranspiração potencial para o Mato Grosso do Sul, Brasil  
Legenda: PM - Penman e Monteith, BL - Benevides e Lopez, CAM - Camargo, HAM - Hamon, HS - Hargreaves e Samani, JOB - Jobson, KHA - Kharrufa, MAK - Makkink, PEN - Penman, PT - Priestley e Taylor, ROM - Romanenko, TP - Tanner e Pelton, THO - Thornthwaite e TUR - Turc.

## CONCLUSÕES ou CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há diversos métodos de estimativas de ETP mais simples em relação a PM e que tem grande semelhança com os valores desse método. Os métodos alternativos com maior acurácia, grande precisão e baixa tendência para o estado do Mato Grosso do Sul são Benevides e Lopez (1970), Camargo (1971) e Hamon (1961).

## REFERÊNCIAS

- DORAN, J. W.; ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, v.15(1), p.3–11, 2000
- GUPTA, A; HIMANSHU, S. K; GUPTA, S. Evaluation of the SWAT Model for Analysing the Water Balance Components for the Upper Sabarmati Basin. *In: Al Khaddar, R. Advances in Water*

Resources **Engineering and Management**. vol. 39. Springer, Cingapura, 2019.

HAMON, W. R. Estimating Potential Evapotranspiration. **Massachusetts Institute of Technology**. January, 1960. p. 33-75.

HOOGEVEEN, J; FAURÈS, J.M; PEISER, L.; BURKE, J; VAN DE GIESEN, N. GlobWat – A Global Water Balance Model to Assess Water Use in Irrigated Agriculture. **Hydrology and Earth System Sciences**., vol.12, 2015. p.801–838.

ANDRÉASSIAN, V.; PERRIN, C.; MICHEL, C.. Impact of imperfect potential evapotranspiration knowledge on the efficiency and parameters of watershed models. **Journal of Hydrology**, v.286(1-4), p.19–35, 2004

ZHAO, L *et al.* Evapotranspiration Estimation Methods in Hydrological Models. **Journal of Geographical Sciences**. China, 2013. p.359-369, 2013.

APARECIDO, L. E. de O; TORSONI, G. B.; MESQUITA, D. Z.; MENESES, K. C. de; MORAES, J. R. da S. C. Modelagem da produtividade do milho safrinha em função das condições climáticas do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 26, 2020.

MONTENEGRO, S. G. L; ANTONINO, A. C. D; AZEVEDO, J. R. G; SILVA, B. B; OLIVEIRA, L. M. Evapotranspiração De Referência Baseada Em Métodos Empíricos Em Bacia Experimental No Estado De Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Recife – PE, v.28, n.2, p.181 - 191, 2013