**ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PELO
MÉTODO DE PENMAN-MONTEITH NOS MUNICÍPIOS DE NOVO
REPARTIMENTO E SANTANA DO ARAGUAIA, PA.**

**ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA POR EL
MÉTODO PENMAN-MONTEITH EN LA CIUDAD DE NUEVO REPARTO Y
SANTANA DE ARAGUAIA, PA**

**ESTIMATIVE OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION BY PENMAN-
MONTEITH METHOD IN THE NEW REPARTMENT AND SANTANA CITY
OF ARAGUAIA, PA.**

Apresentação: Comunicação Oral

Ayesha Souza Tavares¹; Joycilene Teixeira do Nascimento²; Mariele Correia Alves³;

Paulo Jorge de Oliveira Ponte De Souza⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0051>

RESUMO

A quantificação da água evapotranspirada pelo sistema solo-planta-atmosfera é de grande importância, pois trata-se de um parâmetro de referência no que se diz respeito a realização de balanços hídricos, dimensionamento e manejo de sistemas de irrigação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento sazonal da estimativa da evapotranspiração pelo método Penman-Monteith, nas cidades de Novo Repartimento e Santana de Araguaia- PA. O trabalho foi desenvolvido a partir de dados meteorológicos coletados no período compreendido entre os meses de janeiro e dezembro de 2016, junto à estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A área do estudo está inserida na Mesorregião Sudeste Paraense e à Microrregião do Araguaia, Santana do Araguaia e Novo Repartimento, um município brasileiro do estado do Pará. Observou-se que houve maiores valores de evapotranspiração do ar no período seco e menores valores no período chuvoso tanto no município de Santana quanto em Novo Repartimento. As duas cidades em estudo apresentaram padrões de comportamento semelhantes de evapotranspiração ao longo do ano.

Palavras-chave: Balanço hídrico; Sistema suelo-planta-atmósfera; Temperatura.

RESUMEN

La cuantificación del agua evapotranspirada por el sistema suelo-planta-atmósfera es de gran importancia, pues se trata de un parámetro de referência para la realización de balances hídricos, dimensionamiento y manejo de sistema de riego. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento estacional de la estimación de evapotranspiración por el método penman-monteith, en las ciudades de Novo Repartimento y Santana de Araguaia-PA.

El trabajo fue desarrollado a partir de datos meteorológicos recogidos en el periodo comprendido entre los meses de enero y diciembre de 2016, junto la estación meteorológica del Instituto Nacional de Meteorología (INMET). El área del estudio está comprendida en la Mesoregión Sudeste Paraense y la Microregión del Araguaia, Santana do Araguaia y Novo Repartimento un municipio brasileño del Estado del Pará. Se observó que hubo mayores valores de avapotraspiración del aire en el periodo seco y menores valores en el periodo lluvioso tanto en el municipio de Santana cuanto en Novo Repartimento, las dos ciudades del estudio presentaron un padrón de comportamiento semejantes de evapotranspiración a lo largo del año.

Palabras clave: Balance de agua; Penman-Montaithe; Temperatura.

ABSTRACT

The quantification of evapotranspired water by the soil-plant-atmosphere system is of great importance, as it is a benchmark for water balances, scaling and management of irrigation systems. The objective of this work was to evaluate the behavior of the estimation of evapotranspiration by the method Penman-Monteith, in the cities of New Reporting and Santana de Araguaia-PA. The work was developed from meteorological data collected in the period from January to December 2016, next to the meteorological station of the National Institute of Meteorology (INMET). The area of the study is inserted in the Region Southeast Pará and the Araguaia region. Santana do Araguaia and New Reporting a Brazilian municipality in the state of Pará. It was observed that there were higher values of air evapotranspiration in the dry period and lower values in the rainy period both in the municipality of Santana as in New Reporting. The two city in study presented similar pattern of behavior of evapotranspiration to the logo of the year.

Key words: Hydric balance; Suelo-plant-atmosphere system; Temperature.

INTRODUÇÃO

A quantificação da água evapotranspirada pelo sistema solo-planta-atmosfera é de grande importância, pois trata-se de um parâmetro de referência no que se diz respeito a realização de balanços hídricos, dimensionamento e manejo de sistemas de irrigação. A evapotranspiração é o processo combinado da transpiração pelas plantas e evaporação pela superfície do solo. (MANTOVANI, 1993).

Allen et al. (1998) expressam a evapotranspiração de referência (ET_o) como sendo a água evaporada do solo e transpirada pelas plantas em uma superfície coberta por vegetação rasteira, uniformemente distribuída, em fase de crescimento ativo, em solo com perfeita condutibilidade hídrica e mantido sempre úmido, próximo à capacidade de campo.

Em 1998, o método de Penman-Monteith (PM) foi estabelecido pela FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), como o modelo padrão para estimativa de evapotranspiração de referência. Porém, sua estimativa nem sempre é possível devido à ausência de variáveis meteorológicas nas estações de coleta necessárias para tal. Na agricultura, informações da evapotranspiração são de grande importância seja na avaliação da severidade, distribuição e frequência dos déficits hídricos, como também, na elaboração de projetos e no manejo de sistemas de irrigação e drenagem. (LORENZI, 2013).

De acordo com Sedyama (1996), Penman-Monteith, preocupou-se com os processos físicos envolvidos na evaporação e com o desenvolvimento de um método, que, a partir de elementos meteorológicos, expressasse a estimativa da taxa de evaporação da água em contato livre com a atmosfera, da umidade da superfície do solo e da vegetação.

Pereira et al. (2009), recomendam que antes de aplicar um método para determinado local, é necessário verificar o desempenho deste e, quando necessário, fazer calibrações a fim de minimizar erros de estimativa. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento sazonal da estimativa da evapotranspiração pelo método Penman-Monteith, nas cidades de novo Repartimento e Santana de Araguaia, PA.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A evapotranspiração segundo Allen et al. (1998), é a “consiliação de dois processos separados em que a água é perdida. Por um lado, pela superfície do solo por evaporação e, por outro, a partir da colheita por transpiração, e isto é alegado como evapotranspiração (ET)”. Ou seja, é um fenômeno natural equivalente a perda de líquido

da superfície do solo e plantas, simultaneamente para a atmosfera, o que acarreta grande relevância para que se possa calcular o balanço hídrico de determinado sistema em um intervalo de tempo, além de toda importância de cunho ambiental natural de subsistência do próprio meio.

A evapotranspiração tem uma gama de atributos principalmente relacionada a manejo do solo. O que implica em métodos para alavancar melhores resultados, e para isso, a importância de estudar dentre vários métodos de calcular a evapotranspiração, como por exemplo o de Thornthwaite (TH), no qual, seu pressuposto é baseado somente na temperatura do ar e o método de Penman-Monteith (PM), que foi estabelecido conforme LORENZI (2013), o modelo padrão das Organizações das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, com o objetivo de computar a evapotranspiração de referência. Portanto, neste trabalho, o método de Penman-Monteith foi escolhido e utilizado para a obtenção dos dados.

Os estudos foram vinculados a dois municípios, cada um com sua particularidade, com o método de análise igual e obtenção de dados em intervalo de tempo sazonal, afim de buscar eficiência e equiparar resultados entre esses dois municípios mencionados na parte introdutória deste trabalho.

Então, fica evidente a notabilidade de calcular os parâmetros levando em consideração o fator climático típico da região, e que reflete diretamente nos resultados e por fim, futuramente, na adequação correta para manejo, agricultura, irrigação etc. os quais os níveis de evaporação e transpiração vinculam-se a uma melhor ou menor eficiência do solo ou da produção da região em questão. Por isso, a importância dos métodos empregados, tal qual LORENZI (2013), designa em um parágrafo do seu artigo “Evapotranspiração de Referência Entre os Métodos de Penman-Monteith e Thornthwaite no Estado de Santa Catarina”, confirmando que a evapotranspiração tem grande importância na avaliação da severidade, distribuição e periodicidade dos déficits hídricos, composição de projetos e no manejo de sistemas de irrigação e drenagem.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foram considerados dois municípios no Estado do Pará: Santana do Araguaia e Novo Repartimento. O trabalho foi desenvolvido a partir de dados meteorológicos coletados no período compreendido entre os meses de janeiro e dezembro

de 2016, junto à estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A quantidade de dias significativos ao longo dessa série história foi: 365 dias.

Área de estudo

A área de estudo está inserida na Mesorregião Sudeste Paraense e na Microrregião do Araguaia. Santana do Araguaia Localiza-se a uma latitude 9°32'23.98" sul e a uma longitude 50°51'35.54" oeste, estando a uma altitude de 160 metros. Figura 1, tem um clima que está inserido na categoria de equatorial super-úmido, tipo Ami, na classificação de Köppen, e o clima encontra-se na faixa de transição para AW. Possui temperatura média anual de 26.2° C, com a média máxima, em torno de 32.0° C e, mínima, 20.4° C. O índice pluviométrico anual está em torno de 2.000 mm, sendo que o período chuvoso ocorre notadamente, de novembro a maio, enquanto de junho a outubro é o período mais seco. É elevada a umidade relativa, apresentando oscilações entre a estação mais chuvosa e a mais seca, sendo que a média real é de 77%. (CLIMATE-DATA.ORG, 2018).

Neste trabalho foram utilizados dados diários de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (UR; %) e velocidade do vento (U; m s⁻¹), temperatura máxima (Tmax; °C), temperatura mínima (Tmin; °C), Rn (resultante energética) correspondente ao período de 2016. Para análise dos dados foi retirada uma média mensal dos parâmetros, analisando seu comportamento ao longo do ano de 2016.

Figura 1 – Localização geográfica da cidade de Santana do Araguaia –PA.

Fonte: Google imagem

O município Novo Repartimento é um município brasileiro do estado do Pará. Localiza-se a uma latitude 04°19'50" sul e a uma longitude 49°47'47" oeste, altitude de 75 m, e apresenta um clima tropical, pois na maioria dos meses do ano existe uma

pluviosidade significativa. Como também, uma curta época seca, porém, esta fase não é muito eficaz. De acordo com a Köppen e Geiger o clima é classificado como Am. 27.1 °C, que é classificado como temperatura média. A média anual de pluviosidade é de 2330 mm. (CLIMATE-DATA.ORG, 2018).

Figura 2 – Localização geográfica da cidade de Novo Repartimento –PA.

Fonte: Google imagem

Penman-Monteith é o método padrão recomendado pela FAO (Allen et al. 1998), e requer dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar.

Descrição dos métodos para estimativa da evapotranspiração

Método Penman-Monteith

O método de Penman-Monteith parametrizado pela FAO para o cálculo da evapotranspiração em mm d⁻¹, pode ser expresso por:

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

Em que:

ET_o – evapotranspiração de referência, mm d⁻¹

Δ – gradiente da curva pressão vapor vs temperatura, kPa °C⁻¹

R_n- saldo de radiação na superfície do cultivo, MJ m⁻² d⁻¹

G- densidade de fluxo de calor no solo, MJ m⁻² d⁻¹

γ – constante psicrométrica, kPa °C⁻¹

U₂- velocidade do vento a 2 m de altura, m s⁻¹

ea - pressão de saturação do vapor d'água, kPa

es - pressão de saturação do vapor d'água, kPa

T_{med}- temperatura media do ar a 2 m de altura, °C

Onde:

- A densidade de fluxo de calor no solo, MJ m⁻² d⁻¹ foi obtido pela formula:

$$\Delta = 4098 * E_s / (T_{med} + 237,3)^2$$

Pressão de saturação de vapor (es) – representa a quantidade de vapor que pode existir em determinada atmosfera como função das temperaturas (T_{méd}, T_{min}, T_{máx}), a pressão de saturação do vapor pode ser calculada (em kpa), conhecendo a temperatura (T em °C)

$$es = 0,611.10^{[(7,5.T)/(237,3+T)]}$$

Pressão parcial de vapor (ea) – obtida como função da umidade relativa média (UR_{méd}) e da pressão de saturação do vapor (es).

$$ea = (UR.es)/100$$

Para o método da FAO utilizou-se para o cálculo da pressão de vapor d'água (es) os dados extremos, ou seja a (es) para temperatura máxima e (es) para temperatura mínima, e foi retirada a média desses (es), O mesmo foi utilizado para a pressão (ea), foi utilizado UR_{max} e UR_{min}.

T - temperatura média do ar, °C

ea - pressão de saturação do vapor d'água, kPa

es - pressão de saturação do vapor d'água, kPa

T_{max} - temperatura máxima do ar, °C

T_{min}- temperatura mínima do ar, °C

UR_{max} - umidade relativa máxima, %

UR_{min} - umidade relativa mínima, %

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visualiza-se, na Figura 3 a variação anual da evapotranspiração obtida por meio dos valores mensais de ETo pelo método Penman-Monteith, para o município de Santana do Araguaia. Pode-se observar que, houve maiores valores de evapotranspiração no período de julho a outubro, que corresponde ao período seco do município de Santana do Araguaia. O pico máximo de evapotranspiração ocorreu no mês de setembro (4,70 mm dia⁻¹), e menores valores de evapotranspiração (ET), ocorreu no período de março a junho, que corresponde ao período chuvoso da região em estudo.

No período seco dessa região normalmente tem-se maiores valores de temperatura, e menores de umidade relativa do ar, como também, maior radiação solar, o que provavelmente elevou a taxa de evapotranspiração de referência nesse período. Os dados estão em conformidade com a afirmação de que, em geral, pode-se afirmar que, quanto maior a disponibilidade de energia solar, da temperatura do ar, da velocidade do vento e menor for a umidade relativa, maior consequentemente será a taxa de evapotranspiração. (Cunha & Escobedo, 2003).

Figura 3 - Comportamento médio mensal da Evapotranspiração (mm dia⁻¹) durante o período de 2016 na região de Santana do Araguaia, PA.

Na Figura 4 apresenta a variação da ETo estimada pelo método de Penman-monthaith, estudados ao longo do ano para Novo Repartimento. Pode-se verificar o comportamento sazonal ao longo de todo o ano, com maiores valores de ET nos meses de agosto (4,33 mm dia⁻¹), setembro (4,33 mm dia⁻¹) e outubro (4,27 mm dia⁻¹) que corresponde ao período seco da região, e menores valores de dezembro a maio que corresponde ao período chuvoso. Nota-se que no período seco das regiões em estudo, que

corresponde de junho a novembro tem maiores valores de evapotranspiração, este fato está relacionado provavelmente, a altas temperatura e baixa umidade neste período.

Uma explicação complementar para esse comportamento pode ser atribuída à partição da energia disponível na superfície. Se esta estiver umedecida, a maior parte da energia é convertida em calor latente de vaporização, condição observada na estação chuvosa. Se por outro lado, a superfície apresentar restrição hídrica, condição inerente à estação seca, a maior parte da energia será usada para aquecimento do ar. (PEREIRA, 2009).

Figura 4- Comportamento médio mensal da evapotranspiração durante o período de 2016 na região Novo Repartimento PA.

CONCLUSÃO

- No período seco da região houve maiores valores de evapotranspiração de referência, enquanto que no período chuvoso houve menores valores de evapotranspiração de referência.
- As duas cidade em estudo apresentaram padrão de comportamento semelhantes de evapotranspiração ao longo do ano.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G. et al. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 299p.

CLIMATE-DATA.ORG; Clima: Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/43940>>. Acessado em: 08/05/2018.

CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura de pimentão. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.11, n.1, p.15-26, 2003.

LORENZI, K. S. de et al. Evapotranspiração de referência entre os métodos de penman-monteith e thorthwaite no estado de santa catarina. Florianópolis, SC. (2013).

MANTOVANI, E.C. Desarrollo y evaluacion de modelos para el manejo del riego: estimacion de la evapotranspiracion y efectos de la uniformidad de aplicacion del riego sobre la produccion de los cultivos. Universidad de Cordoba, Cordoba, España, 1993. 184 p.

PEREIRA,D.R. dos et al. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região da Serra da Mantiqueira, MG. *Ciência Rural*, v.39, n.9, dez, 2009.

SEDIYAMA, G. C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 1-7, 1996.