

18

**EMIÇÃO DE VAPOR D'ÁGUA NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS PARA O ANO DE 2002.** *Diego Ribeiro Aguiar<sup>1</sup>; Raimundo Cosme Oliveira Jr.<sup>2</sup>; Wilderclay Barreto Machado<sup>1</sup>; Raphael Pablo Tapajós<sup>1</sup>; Rodrigo Silva<sup>3</sup>. <sup>1</sup>Doutorando pela Universidade Federal do Oeste do Pará, UFOPA, Santarém, Brasil. Email: [dribeiroaguiar@yahoo.com.br](mailto:dribeiroaguiar@yahoo.com.br); [wilderclay@yahoo.com.br](mailto:wilderclay@yahoo.com.br); [rpablotapajos@gmail.com](mailto:rpablotapajos@gmail.com). <sup>2</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária, Embrapa, Santarém, Brasil. Email: [cosme@cpatu.embrapa.br](mailto:cosme@cpatu.embrapa.br). <sup>3</sup>Professor Dr. pela Universidade Federal do Oeste do Pará, UFOPA, Santarém, Brasil. Email: [rsilvf@gmail.com](mailto:rsilvf@gmail.com)*

**Palavras-chave:** Vegetação, evapotranspiração, sazonalidade e precipitação.

### **Introdução**

A emissão de vapor d'água para a atmosfera é de fundamental importância para a regulação do ciclo hidrológico, e pode apresentar elevadas taxas de evapotranspiração quando é levado em consideração a superfície de uma floresta ombrófila densa, que apresenta dossel com maior índice de área foliar.

A partição de energia na superfície é uma complexa função das interações de longo prazo entre o ciclo biogeoquímico, o clima, e as interações de pequeno prazo entre a fisiologia das plantas e o desenvolvimento da camada limite atmosférica. (AGUIAR, 2005).

As variações de evaporação correspondem a 55% do total da precipitação, enquanto os outros 45% chegam por convergência de umidade (ZENG, *et al.* 1996). Na Amazônia, a redução de evapotranspiração acarreta uma diminuição da convergência de umidade (OYAMA, 1998).

A contribuição arbórea da ciclagem regional representa uma considerável porção do balanço de água regional, assim sendo, mudanças na cobertura vegetal decorrentes de desflorestamentos, que levem à diminuição da evapotranspiração, modificarão o balanço de água, com consequências na Amazônia e nas regiões vizinhas (CORREIA *et al.*, 2007).

A evapotranspiração é uma propriedade de difícil mensuração, variando com o tipo e idade da vegetação, com a profundidade e disponibilidade hídrica do solo e com o clima e estação do ano (BACELLAR, 2005). Assim, esse trabalho tem como objetivo

verificar o nível de evapotranspiração, nas estações seca e chuvosa, para a Floresta Nacional do Tapajós (FNT) no ano de 2002.

#### MATERIAL E MÉTODOS

O outro sítio, que foi utilizado como controle, está localizada na mesma UC FNT (54°58' W, 2°51' S, Pará, Brasil), próximo ao km 67 da rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163). O FNT é limitado pelo Rio Tapajós para o oeste da BR-163 em leste, estendendo-se desde 50 km a 150 km ao sul da cidade de Santarém, Brasil Pará. A torre foi localizada 6 km ao oeste da rodovia BR-163 e 6 km a leste do Rio Tapajós.

O clima da região é classificado como Ami sistema Köppen, com uma temperatura média anual de 25 °C e umidade relativa de 86 por cento. A quantidade de chuva anual é altamente variável, em média 1920 mm. A precipitação maior normalmente ocorre entre fevereiro e maio, com uma estação seca curta de 2 ou 3 meses, usualmente entre agosto e outubro, meses em que a precipitação é menor que 60 mm (PARROTTA *et al.*, 1995).

Os dados foram submetidos a um processamento no programa S-plus 2000 Professional. Para a obtenção das médias das variáveis de interesse. A metodologia empregada para realizar as medidas das variáveis de evapotranspiração foi a técnica de correlação de vórtices (Eddy Covariance), o qual utiliza instrumentos como anemômetros sônicos, analisadores de gás por infra-vermelho (IRGA) para medidas em alta frequência dos escalares envolvidos na determinação dos fluxos turbulentos e as trocas de massa (dióxido de carbono e vapor de água) e energia (calor latente e calor sensível) entre a biosfera e a atmosfera (BALDOCCHI, 2003).

O modelo de Penman-Monteith prediz que os principais parâmetros de tempo são afetados pela evapotranspiração, radiação, temperatura do ar, umidade e velocidade do vento. E a capacidade de evaporação da atmosfera é expresso pela evapotranspiração de referência em relação ao tipo de cultura desenvolvida na área (soja, arroz, milho, etc.). Essa referência de evapotranspiração representa o padrão da superfície vegetal (ALLEN *et al.*, 1998).

Monteith desenvolveu, com base na equação de Penman, uma equação, que incluía a resistência aerodinâmica e a resistência ao fluxo de vapor pela folha. A equação combinada com os termos de resistência aerodinâmica e da superfície da planta passou a ser chamada de equação de Penman-Monteith. Esta equação não somente concilia os aspectos aerodinâmico e termodinâmico, mas também inclui a resistência ao fluxo de calor

sensível e vapor d'água no ar ( $r_a$ ), e a resistência da superfície (planta) à transferência de vapor d'água ( $r_s$ ) (SEDIYAMA, 1996).

Para o cálculo da evapotranspiração foi empregado o modelo de Penman-Montheith, o qual possui características tanto físicas quanto fisiológicas (ALLEN *et al.*, 1998).

$$ETP = \frac{\delta(Rn - G) + \rho_a c_p \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)}$$

Em que:

ETP = Evapotranspiração diária ( $\text{mm.dia}^{-1}$ );  $\delta$  é a declividade da curva de pressão de saturação de vapor d'água ( $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ ); Rn = saldo de radiação ( $\text{W.m}^{-2}$ ); G = fluxo de calor no solo ( $\text{W.m}^{-2}$ );  $\rho_a$  = densidade média do ar ( $1,292 \text{ kg.m}^{-3}$ );  $c_p$  = calor específico do ar à pressão constante ( $\text{J.kg}^{-1}.\text{C}^{-1}$ );  $\gamma$  = constante psicrométrica ( $\text{kPa.C}^{-1}$ );  $r_s$  = resistência estomática ( $\text{s.m}^{-1}$ );  $r_a$  = resistência aerodinâmica ( $\text{s.m}^{-1}$ );  $e_a$  = pressão real de vapor (Kpa);  $e_s$  = pressão de saturação de vapor (Kpa).

Com os dados diários foi realizado o somatório para assim, se ter o acumulado das medidas mensais da ETP. Dessa forma, analisar e comparar com os dados de precipitação.

### **Resultados e Discussão**

Com a aplicação desse modelo a floresta teve uma taxa de evapotranspiração mais elevada para o período seco ( $145,7 \text{ mm.mês}^{-1}$ ) do que o chuvoso ( $124,8 \text{ mm.mês}^{-1}$ ). Isso mostra uma tendência de emissão de vapor d'água para a atmosfera de acordo com a pluviosidade para cada período, uma vez que a estação chuvosa contabiliza 1320,55 mm, enquanto a estação seca com 342,9 mm (Figura 1).

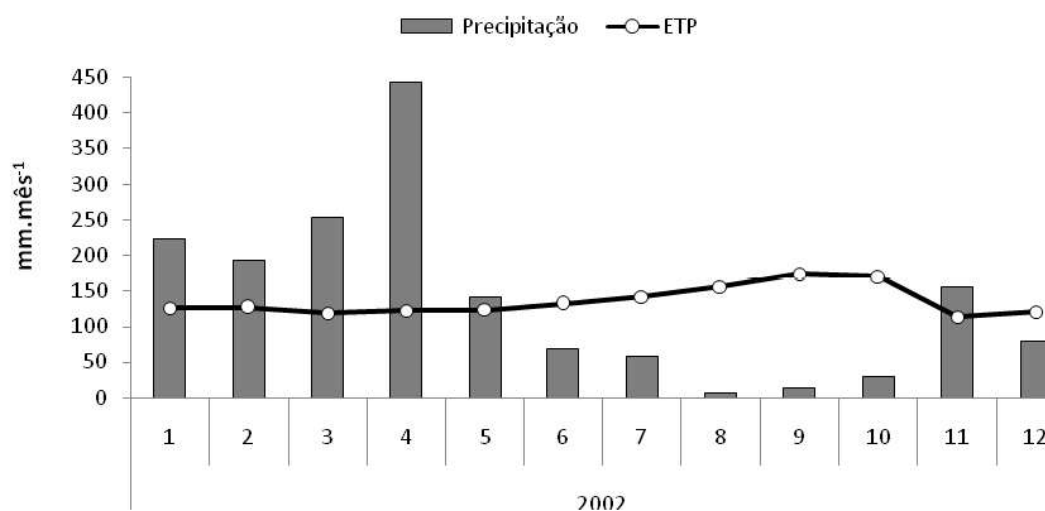


Figura 1 – Evapotranspiração (ETP) e precipitação em mm.mês para o ano de 2002.

A precipitação e a ETP são elementos meteorológicos de sentidos opostos, expressos em milímetros pluviométricos, por isso essa tendência de aumento da evapotranspiração no período seco se justifica (THORNTHWAITE, 1948).

No trabalho de Kume et al. (2011) para uma florestal tropical na malásia obteve média anual para um período de 10 anos de 1323 mm. Na FNT para o ano de estudo a evapotranspiração foi de 1622,90 mm.

A variação sazonal das medidas de precipitação e ETP podem ser observadas na tabela 1. Onde é possível verificar a oscilação de medidas mensais dessas variáveis. Os valores mais elevados de ETP para o período seco, com exceção para o mês de novembro (11), que ocorreu uma precipitação elevada para o período sazonal.

Tabela 1 – Medidas mensais de precipitação e ETP para o ano de 2002

Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Precipitação</b>	223	193	252	442	141	69	58	7	13	29	155	80
<b>ETP</b>	126	127	119	122	123	132	141	155	174	170	113	120

A pluviosidade é um fenômeno natural aleatório, a distribuição dos valores espacial da precipitação não se repete exatamente a cada período anual, embora aponte os locais que chova mais ou menos (SALGUEIRO & MONTENEGRO, 2008).

## **Conclusão**

Assim, a floresta reage de maneira distinta para a evapotranspiração durante o ano, sendo que a precipitação influencia nesse processo, aumentando ou diminuindo a capacidade de emissão de vapor d'água para a atmosfera.

## **Agradecimentos**

Agradeço ao laboratório de Processamento de dados ambientais LBA pelo apoio técnico e logístico, e a CAPES pelo auxílio financeiro de fomento a pesquisa.

## **Referências Bibliográficas**

- ALLEN, R. G. *et al.* **Crop Evapotranspiration**, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. FAO publication 56, 1998, p. 290.
- AGUIAR, R. G. **Fluxos de massa e energia em uma floresta tropical no sudoeste da Amazônia**. 2005. 59 p. Dissertação de Mestrado em Ciências Exatas e da Terra. Cuiabá, Mato Grosso.
- BACELLAR, L. A. P. . O papel das florestas no regime hidrológico de bacias hidrográficas. **Geo.br (Ouro Preto)**, Ouro Preto - MG, v. 1, p. 1-43, 2006.
- BALDOCCHI, D. D. Assessing eddy covariance technique for evaluating carbon dioxide exchange rates of ecosystems: past, present and future. **Global change biology**, 9, p. 479 – 492, 2003.
- CORREIA, F. W. S. *et al.* Balanço de umidade na Amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal. **Mudanças climáticas. Ciência e Cultura**; v.59; n.3; São Paulo jul./set. 2007.
- KUME, T., et al. Ten-year evapotranspiration estimates in a Bornean tropical rainforest. **Agricultural and Forest Meteorology**, n. 151, p. 1183– 1192, 2011.
- OYAMA, M. D. & NOBRE, C. A. Estudo das conseqüências climáticas decorrentes das alterações da vegetação da Amazônia utilizando um modelo analítico simples. **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 10. Brasília. Anais, 26-30 out., 1998.
- PARROTTA, J. A.; FRANCIS, J. K.; ALMEIDA, R. R. **Trees of the Tapajós: A Photographic Field Guide**. United States Department of Agriculture. October, 1995. p. 367.

SALGUEIRO, J. H. P.B & MONTENEGRO, S. M. G. L. Análise da distribuição espacial da precipitação na bacia do rio Pajeú em Pernambuco segundo método geoestatístico. In: **Revista Tecnológica Fortaleza**, v. 29, n. 2 , p.174-185, 2008.

SEDIYAMA, G. C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 1- 22, 1996.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v.38, n.1, p.55-94, 1948.