

DETERMINAÇÃO DO CONSUMO HÍDRICO DO POMBEIRO VERMELHO (*Combretum Lanceolatum Pohl*)

 <https://doi.org/10.56238/arev6n3-183>

Data de submissão: 15/10/2024

Data de publicação: 15/11/2024

Oswaldo Alves Pereira

Doutor em Física Ambiental
Universidade de Cuiabá, Cuiabá, MT, Brasil

Bruno Campos Morato

Mestre em Ciências Ambientais
Universidade de Cuiabá, Cuiabá, MT, Brasil

Victor Hugo de Moraes Danelichen

Doutor em Física Ambiental
Universidade de Cuiabá, Cuiabá, MT, Brasil

Gustavo Santos Brito de Moraes

Especialista
Universidade de Cuiabá, Cuiabá, MT, Brasil

Ronaldo Drescher

Doutor em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

José Holanda Campelo Júnior

Doutor Agronomia
Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

Noel Flávio Costa Ferreira

Mestre em Ciências Ambientais
Instituto Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

RESUMO

O Pantanal está situado na Depressão do Alto Paraguai, é caracterizado por ser a maior planície inundada do mundo, com alternância de cheias e secas. Durante as últimas décadas, mudanças econômicas e exigências políticas aumentaram a pressão sobre o Pantanal e sua bacia hidrográfica, devido a transformações do uso e ocupação do solo com a agropecuária. Seus campos naturais possuem grande diversidade de habitats que incluem pastagens, savanas e florestas sob diferentes regimes de inundação. Essas condições contribuem diretamente para desenvolvimento do *Combretum lanceolatum Pohl* também conhecido como Pombeiro Vermelho, sendo considerada uma espécie monodominante foi observado um considerável aumento nos campos do Pantanal. Conhecer as características de consumo hídrico desta espécie em resposta à demanda atmosférica é contribui de forma efetiva para entendimento da sua caracterização fisiológica e, principalmente, do seu manejo. Portanto, este trabalho teve como objetivo determinar o consumo hídrico do *Combretum lanceolatum Pohl* (Pombeiro Vermelho). O estudo foi conduzido em área adjacente à estação Meteorológica Pe. Ricardo Remeter, pertencente a rede INMET, em Santo Antônio de Leverger-MT, que forneceu dados

macrometeorológicos: temperaturas máximas e mínimas, velocidade do vento, precipitação pluvial, insolação e evaporação, diariamente. O consumo hídrico (evapotranspirados) foi medido pelo método do lisímetro de lençol freático constante, onde havia seis vasos contendo as plantas de Pombeiro Vermelho, que tiveram seus valores modelados por meio de regressão linear múltipla juntamente com estimativas de Evapotranspiração de Referência do método aerodinâmico de Penman-Monteith e com a área foliar. As taxas evapotranspiradas tiveram maior correlação com o índice de área foliar, do que como a evapotranspiração de referência.

Palavras-chave: Micrometeorologia, Evapotranspiração, Lisimetria, Área Foliar.

1 INTRODUÇÃO

O fluxo de água nos ambientes florestais, seja ele em ambientes naturais ou em plantações controladas pela atividade humana, depende do regime de precipitações da região, da espécie de planta, da interceptação da água pelo dossel, do escoamento superficial e em profundidade e pela evapotranspiração. A maioria destes processos são diretamente influenciados pelo tipo de solo, pela fisiologia típica do vegetal e pela estrutura e arquitetura do dossel (Almeida e Soares, 2003). A evapotranspiração (ET) depende da umidade do solo, demanda atmosférica déficit de pressão de vapor) e principalmente da radiação solar disponível, variável relacionada com a latitude mas também modificada, em um sistema florestal, pelas próprias plantas (Campelo Júnior e Souza; 2009 Angelini et al., 2017).

O *Combretum lanceolatum Pohl* é uma angiosperma presente em todo o território brasileiro e no Paraguai. Possui distribuição pantropical se adaptando tanto a ambientes mais úmidos como ambientes secos. Seu gênero agrupa cerca de duzentas espécies (Exell, 1953).

A polinização normalmente é do tipo entomofilia, tendo como principais agentes polinizadores abelhas e outros insetos. A secreção gelatinosa da planta é consumida por trinta e oito (38) espécies de aves do Pantanal, sendo os consumidores mais frequentes *Paroaria capitata* e *Pitangus sulphuratus* (Silva; Rubio, 2007).

Este vegetal se adaptou às peculiares condições do Pantanal, conseguindo sobreviver tanto em época de seca quanto em época de cheias. O pombeiro é um vegetal lenhoso que invadiu o pantanal nas últimas décadas. Taxonomicamente pertence à família *Combretaceae*, sendo também conhecida como jamarataia, remela de macaco ou remela de pomba. Geralmente atinge menos do que dois metros, possuindo potencial ornamental. Distribui-se principalmente nas matas das cordilheiras. Pode ser encontrado nas margens de rios e áreas brejosas. Suas flores são verde claro e produzem um néctar com elevados teores de carboidratos que serve de alimento para aves e insetos. A floração ocorre entre os meses de abril e agosto e a frutificação é observada entre os meses de agosto a novembro. Em áreas de pastagens, a presença do pombeiro melhora a diversidade, atraindo outros animais como beija flores, pombos, aracuã do pantanal, periquito, insetos e outros.

O ritmo dos processos de evaporação e transpiração determinam o suprimento de água disponível para a planta e são afetados pela disponibilidade de energia resultante das interações com a atmosfera terrestre e com as variáveis meteorológicas que influenciam nos processos de dissipação de energia e manutenção do metabolismo necessário ao crescimento e desenvolvimento do vegetal (Pereira et al., 1997; Danelichen et al., 2020). Conhecer os dados de (ET) de uma determinada cultura se torna necessário para caracterização fisiológica de plantas, manejo e dimensionamento de projetos

de irrigação. Que em geral são obtidos utilizando-se modelos que estimam a ET a partir de dados meteorológicos. Dentre os métodos para se estimar a ET, os de balanço de energia (Razão de Bowen) e aerodinâmicos (Penman-Monteith) são universalmente utilizados (Pereira et al., 2021) mas não fornecem cálculos precisos da ET, uma vez que são calculados indiretamente por modelos matemáticos. Outro método que vem sendo utilizado na agricultura de precisão é o sensoriamento remoto que obtém boas estimativas da ET com um custo reduzido (Gomes et al., 2021), mas o processo abrange uma calibração (validação dos dados) são necessárias para cada espécies.

Os métodos de lisimetria tem precisão maior, pois estes medem a ET sendo, portanto, instrumentos necessários na validação de modelos que estimam a ET (Bégué et al., 2018).

Sendo assim o objetivo deste trabalho foi determinar o consumo hídrico do *Combretum lanceolatum Pohl* (Pombeiro vermelho) por meio de lisímetros de lençol freático constante.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os lisímetros foram instalados adjacente a estação meteorológica Pe Ricardo Remetter, Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), situada no Município de Santo Antônio do Leverger-MT, localizada nas seguintes coordenadas: 15°47'5" S de latitude, longitude 56°04' W, cerca de 140 metros acima do nível do mar. A fazenda situa-se em uma formação conhecida como Depressão Cuiabana, apresentando clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen (1948). Possui vegetação típica do Cerrado Brasileiro, solos litólicos distróficos, concrecionários (Plintossolos), eventualmente epicascalhentos (Seixas, 2009). A precipitação média anual é de 1320 mm (Seixas, 2009). O local fica aproximadamente 33 quilômetros da capital Cuiabá-MT.

A Evapotranspiração de Referência foi obtida por meio da **Equação (1)**.

$$ET_0 = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \frac{\gamma \cdot 900 \cdot U_2 \cdot (e_s - e_a)}{T + 273}}{(\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot U_2))} \quad (1)$$

Onde ET_0 é evapotranspiração de referência (mm/dia), γ é a constante psicrométrica (kPa/°C), Δ é a derivada da função de saturação de vapor de água (kPa/°C), R_n é a radiação útil recebida pela cultura de referência (MJ/m²/dia), G é o fluxo de calor recebido pelo solo (MJ/m² x dia), U_2 é a velocidade do vento a 2m de altura (m/s), T é a temperatura média do ar no mês (°C), e_s é a tensão de saturação de vapor de água (kPa), e_a é a tensão de vapor da água atual (kPa), $e_s - e_a$ é o déficit de pressão de vapor de saturação (kPa).

Peres (1994) afirma que Penman desenvolveu sua equação considerando a velocidade do vento, relacionando-a a superfície de água livre, a partir de duas regras: 1) que as fontes e sumidouros de calor sensível ocorrem em um mesmo plano, por exemplo, a lâmina de uma folha; 2) que a pressão de vapor da superfície evaporante, seja igual à pressão de vapor de saturação da água à temperatura da superfície. Penman não considerou elementos importantes na sua equação original, razão pela qual a equação, combinada com o termo aerodinâmico e resistência da superfície de um dossel vegetal, passou a ser chamada de equação de Penman-Monteith.

O efeito da radiação sobre as plantas está relacionado com o comprimento de onda. Ondas muito curtas (abaixo de 0,28 nm) possuem, normalmente efeito deletério. A fotossíntese apresenta seu melhor desempenho em ondas cujo comprimento varia de 0,40 a 0,51 nm, que no espectro visível correspondem às cores índigo e azul. Este efeito é explicado pela melhor absorção da clorofila e xantofila a radiações compreendidas neste intervalo.

Radiações com comprimento entre 0,51 e 0,61 nm exercem pouca ou nenhuma influência, o que pode ser explicado pela reflexão dos pigmentos fotossintetizantes à cores verde e amarela que estão compreendidas neste intervalo.

A unidade normalmente utilizada para medir a radiação é o Watt (W). A Organização Meteorológica Mundial (OMM) recomenda tanto na medição da emitância (fluxo emitido por unidade de área) quanto da irradiância (fluxo incidente por unidade de área) a utilização do Watt por metro quadrado ($W.m^{-2}$). Emitância e irradiância, costumam ser representadas por M_e e E_e , respectivamente.

O sol é a fonte de energia que sustenta a fotossíntese e fornece a energia necessária aos processos de evaporação e transpiração. A energia solar incidente sobre a terra é chamada de radiação global e se divide em radiação direta (aquela que emana do disco solar) e radiação difusa (resultante da ação de espalhamento da atmosfera que desvia os raios antes que atinjam a superfície).

Por existir uma relação entre a radiação solar e a insolação (brilho solar), que é diferente para cada local e para cada época do ano, foram desenvolvidos modelos estatísticos para sua estimativa a partir dos dados de insolação. O primeiro modelo de estimativa foi publicado por Angström (1924). Prescott (1940) simplificou a equação de Angström (1924), de modo que, a partir dos coeficientes linear e angular da equação de regressão linear simples entre a razão de insolação e de radiação solar global, fosse possível estimar a radiação solar global, tendo como base os dados de insolação, sendo o modelo denominado de Angström-Prescott. (Dantas et al, 2003)

A radiação Solar Global foi estimada por meio da **Equação (2)**, Campelo Júnior (1998).

$$Q_g = Q_0(a + b) \frac{n}{N} \quad (2)$$

Onde: Q_g é a Radiação solar global medida em ($W.m^{-2}$), Q_g é a Radiação solar no topo da atmosfera ($W.m^{-2}$), n representa as horas de insolação real ($h.d^{-1}$), N é a duração máxima possível do brilho solar ($h.d^{-1}$), a é o coeficiente que expressa a fração da radiação no topo da atmosfera que atinge a Terra em dias totalmente nublados, correspondente à fração difusa, e b é o coeficiente complementar que expressa o total de radiação solar global.

As estimativas de Q_g e de N foram obtidas por meio das **Equações (3) a (7)** (Pereira et al., 2002).

$$Q_g = 37,586 D(\omega_s \text{sen } \varphi + \cos \varphi \cos \delta \text{sen } \omega_s) \quad (3)$$

$$D = 1 + 0,0033 \cos\left(J \frac{2\pi}{365}\right) \quad (4)$$

$$\omega_s = \cos^{-1}(-\tan \varphi - \tan \delta) \quad (5)$$

$$\delta = 0,4093 \text{sen}\left(J \frac{2\pi}{365} - 1,405\right) \quad (6)$$

$$N = \frac{24}{\pi} \omega_s \quad (7)$$

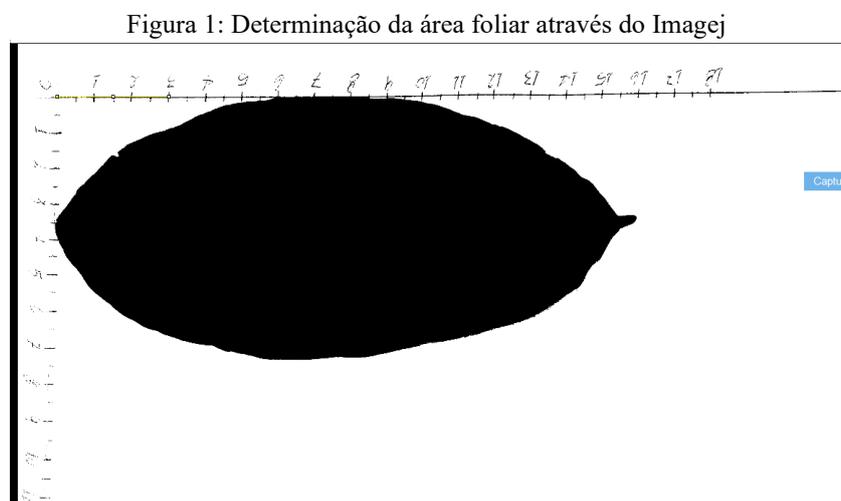
Onde: D é a distância relativa Terra – Sol, ω_s o ângulo horário do pôr do Sol (rad), φ a latitude do local (rad), δ a declinação solar (rad) e J o número do dia do ano.

Os coeficientes $a = 0,21$ e $b = 0,44$ de Angström-Prescott, foram obtidos das estimativas da radiação solar global por meio da equação de Angström-Prescott efetuadas por Campelo Júnior (1998).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A evapotranspiração de um vegetal depende simultaneamente de fatores ligados às características da própria planta e fatores climáticos (Galvêncio et al., 2020). Entre os fatores climáticos está a radiação solar, responsável pelo fornecimento de energia para que o processo ocorra, a temperatura e umidade relativa do ar que juntas determinam o déficit de pressão de vapor próximo à superfície evaporante e a velocidade do vento, responsável pela troca da camada de ar junto à superfície evaporante em estudo (Pereira et al., 2013). Outro parâmetro importante é o índice de área foliar (I_{AF}) é definido como a razão entre a área total de folha do dossel e a superfície no terreno coberta por estas folhas (Posse, et al., 2009). É um dos componentes principais dos ciclos bioquímicos de um ecossistema pois pode determinar o microclima abaixo e acima do dossel das árvores (Lima, 2015).

A determinação da área foliar da espécie estudada foi realizada a partir da utilização do Software Imagej conforme **figura 1**.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

O valor da área foliar média foi determinado por meio do cálculo através do Imagej, da área de treze folhas de tamanho médio retirados dos seis exemplares **tabela 1**.

Tabela 1: Valores médios de área foliar das treze folhas utilizadas como parâmetro

Folha	Área (m ²)
1	0,0080707
2	0,0050055
3	0,0052189
4	0,0058120
5	0,0052450
6	0,0059304
7	0,0043309
8	0,0057396
9	0,0075649
10	0,0059858
11	0,0039842
12	0,0033356
13	0,0051892
Média	0,005494

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Os dados da área foliar (AF) foram obtidos de forma direta multiplicando o valor da área foliar média (af_m) pelo número de folhas de cada indivíduo de *Combretum lanceolatum*.

Os dados de área foliar foram encontrados para cada um dos exemplares analisados, **tabela 2**.

Tabela 2: Equações ajustadas para cada exemplar avaliado

Planta	Área foliar representativa (m ²)	Nº de folhas	Área foliar (m ²)
1	0,0055	220	1,2087
2	0,0055	254	1,3955
3	0,0055	310	1,7031
4	0,0055	352	1,9339
5	0,0055	219	1,2032
6	0,0055	322	1,7691

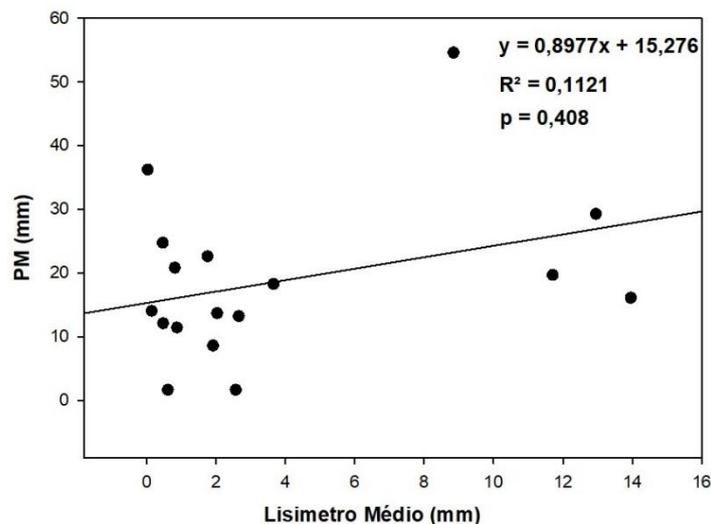
Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Os resultados obtidos para *Combretum lanceolatum* neste trabalho foram semelhantes aos encontrados por Biudes et al. (2011) para *Hancornia speciosa* Gomes em Santo Antônio do Leverger-MT, Pivetta (2007) para tomate e pimentão no Rio Grande do Sul, Rojas (2003) estudou citrus em São Paulo, Pimentel et al. (2010) em cafeeiros no Pernambuco entre outros. A estimativa da área foliar é comumente empregada em estudos agrônômicos e fisiológicos com o intuito de se avaliar o crescimento das plantas. Vários métodos têm sido utilizados para a medição da área foliar, normalmente com o emprego de medidores eletrônicos e técnicas de planimetria (Kvet e Marshall 1971), os quais apresentam custos elevados e são complexos e de difícil acesso. Neste sentido, as equações matemáticas para estimativa da área foliar foram desenvolvidas na busca de um método fácil e rápido de execução.

O consumo hídrico médio foi mensurado no período compreendido entre 27/08/12 a 28/12/12, tendo em vista a maior consistência dos dados obtidos. Neste intervalo, a demanda hídrica oscilou entre 0,03 L a 13,96 L por dia.

A evapotranspiração de referência (Eto) foi estimada pelo método de Penman Monteith para o mesmo período e teve uma variação entre 1,64 mm a 54,59 mm por dia. Foi possível verificar uma correlação linear positiva entre essas grandezas que obedecem ao modelo $y = 0,90x + 15,76$. Esta correlação apresentou $R^2 = 0,11$ o que significa que o modelo é pouco adequado **figura 2**.

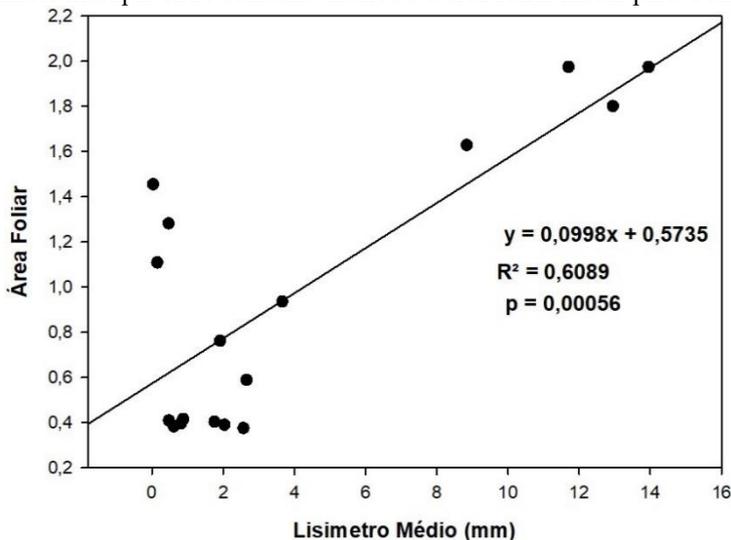
Figura 2: Regressão linear múltipla entre consumo hídrico com a evapotranspiração de referência de Penman Monteith para *Combretum Lanceolatum*



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A área foliar média apresenta uma relação linear positiva com o consumo hídrico medido pelos lisímetros. Neste caso a equação obtida foi $y = 0,099x + 0,573$ com $R^2 = 0,61$ o que significa que a equação é significativa e que a área foliar determina, aproximadamente 61%, do consumo de água para *Combretum lanceolatum* conforme demonstrado na **figura 3**.

Figura 3: Regressão linear múltipla entre consumo hídrico e a área foliar média para *Combretum Lanceolatum*

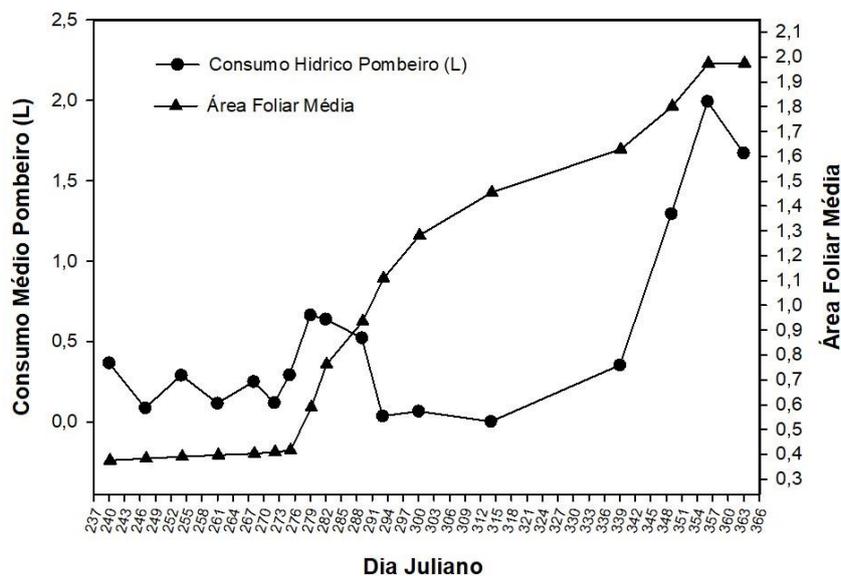


Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Na (**Figura 4**), foi possível verificar a relação positiva e proporcional entre estes dados de consumo hídrico e área foliar para *Combretum lanceolatum*, o que pode ser explicado pelo fato de que as folhas são os órgãos vegetais que abrigam os estômatos, principais estruturas em que ocorrem a

transpiração. Em síntese, mais área foliar, significam mais estômatos e, por conseguinte, mais capacidade de perder água para o ambiente.

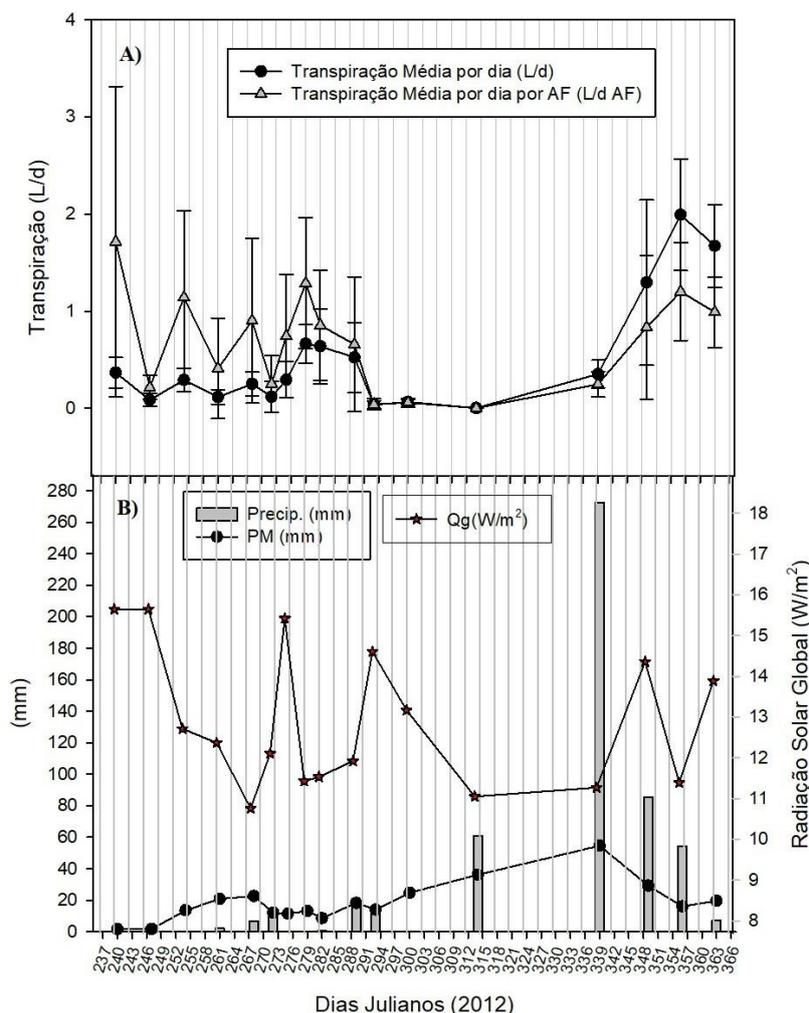
Figura 4: Variação média diária do consumo hídrico e da área foliar para *Combretum lanceolatum* em Santo Antônio do Leverger - MT



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A transpiração média em litros por dia e a transpiração média em litros por dia pela razão obtida da área foliar pode ser observada na **figura 5**. Foi verificado que a partir do dia 312, dado mensurado, há uma inversão na curva ascendente. Pode ser constatado que a transpiração média passa a apresentar maiores índices. Isto significa que a partir deste momento, a transpiração e, conseqüentemente o consumo hídrico, está condicionada por fatores meteorológicos e nem tanto pela superfície de área foliar.

Figura 5: Transpiração média por dia, transpiração média por dia por área foliar média (a), variação da radiação solar com a precipitação e evapotranspiração de referência de Penman Monteith (b) para *Combretum Lanceolatum* em Santo Antônio do Leverger – MT



Dias Julianos (2012)
Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Podemos observar na (Figura 5 – B) que existe uma correlação positiva entre a transpiração e a radiação global. Isto reforça o que é de notório saber em que a principal fonte de energia que movimenta a água no sistema solo-planta-atmosfera é a transpiração correlacionada com a radiação solar. Deflui-se do gráfico que mesmo em períodos chuvosos, onde se tem valores menores de radiação global, a evapotranspiração se manteve elevada. Isto pode ser explicado pelo período do ano com elevadas temperaturas. Além do fato de que na técnica que foi empregada o lisímetro de lençol freático constante a água é um suprimento que está sempre disponível, não tendo o vegetal privações, mesmo nos períodos em que não há incidência de chuvas.

4 CONCLUSÕES

Neste trabalho podemos concluir que:

O consumo hídrico do *Combretum lanceolatum* em Santo Antônio do Leverger - MT pode explicar 62,8% pela variação de AF e PM em P-valor = 0,00098 de significância.;

A área foliar é a principal variável relacionada com o consumo hídrico do *Combretum lanceolatum* em Santo Antônio do Leverger – MT;

O modelo de Pereira ($y = 0,099x + 0,573$) foi acurado para estimar o consumo hídrico do *Combretum lanceolatum* em Santo Antônio do Leverger – MT.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. C. SOARES, J. V. Comparação Entre Uso de Água em Plantações de *Eucalyptus grandis* e Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) na Costa Leste do Brasil. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.159-170, 2003.
- ANGELINI, L. P.; SILVA, P. C. B. S.; FAUSTO, M. F.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S. Balanço de Energia nas Condições de Mudanças de Uso do Solo na Região Sul do Estado de Mato Grosso. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 32, n. 3, 353-363, 2017.
- ANGSTROM, A. Solar and terrestrial radiation. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, v. 50, n. 210, p.121-126, 1924.
- BÉGUÉ, A.; ARVOR, D.; BELLON, B.; BETBEDER, J.; De ABELLEYRA, D.; Pd Ferraz, R.; LEBOURGEOIS, V.; LELONG, C.; SIMÕES, M.; R VERÓN, S., 2018. Remote sensing and cropping practices: A review. *Remote Sensing*, 10(1):99.
- BIUDES, M. S.; CAMPELO JÚNIOR, J. H.; LOBO, F. A.; NOGUEIRA J. S.; DALMAGRO. H. J. Densidade de Fluxo de Seiva em Mangabeiras Cultivadas em Diferentes Regimes Hídricos no Cerrado, *Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, v.9, n.1, p.71-82, 2011.
- CAMPELO JÚNIOR, J. H. Relação sazonal entre a radiação solar global e insolação no sudoeste da Amazônia. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 6, p. 193-199, 1998.
- CAMPELO JÚNIOR, J. H.; SOUZA, P. R. F. Estimativa de transpiração do Nim (*Azadirachta indica* A. Jussieu) em Santo Antônio do Leverger-MT. *Revista de Ciências Agro-Ambientais. Alta Floresta*, v.7, p.1 - 11, 2009.
- DANELICHEN, V. H. M.; GOMES, R. S. R.; FIGUEIREDO, J. M.; VELASQUE, M. C. S.; MACHADO, N. G.; NOGUEIRA, J. S.; BIUDES, M. S., 2020. Automation of choosing hot and cold pixels process in the estimate of the sensitive heat flow and evapotranspiration. *Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais*, 11, 638-651.
- DANTAS, A.A.A. et al. Estimativa da radiação solar global para a região de Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.27, n.6, p.1260-1263, 2003.
- EXELL, A. W (1953) The *Combretum* species of the New World. *J. Linn. Soc. Lond. (Botany)* 55:103-141.
- GALVÍNCIO, J. D., MENDES, S. M., SOUZA, W.M., MOURA, M.S.B., SANTOS, W. Correlação linear entre a precipitação e o Índice de Área Foliar do bioma Caatinga. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.13, n.07 (2020) 3304-3313.
- GOMES, R. SO.; DANELICHEN, V. H M.; BIUDES, M. S.; SOUZA, M. C. S.; FIGUEIREDO, J. M.; NOGUEIRA, J. S. The Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) framework in Graphics Processing Units (GPU) using Cuda and OpenCL. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.14, n.03 (2021) 1805-1814.

- LIMA, A. E. M. M.; SILVA, F. R.; CORRÊA, S. S., Índice de Área Foliar (IAF).2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de Cuiabá,2015.
- MARSHALL, J. K. Methods of leaf area measurement of large and small leaf samples. *Photosynthetica*, v.2, n.1, p.41-47, 1968.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba, Agropecuária. 478p, 2002.
- PEREIRA, A. R.; NOVA, N. A. V.; SEDIYAMA, G. C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: ESALQ, 1997. 183 p.
- PEREIRA, O. A. BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S.; SEIXAS, G. B.; ZANELLA, P. H. A. Determinação do Fluxo de CO₂ no Norte do Pantanal Mato-Grossense. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.28, n.3, 341 - 351, 2013.
- PEREIRA, O. A.; DANELICHEN, V. H.; FERREIRA, N. F. C.; SANTOS, E. N.; NOVAIS, J. W.; CAMARGO, H. H. C. Tópicos do Método da Razão de Bowen. *Uniciências*, v.25, n.1, p.65-68, 2021.
- PERES, J.G. Avaliação do Modelo de Penman-Monteith Padrão FAO para Estimar a Evapotranspiração de Referência nas Condições Climáticas do Estado de São Paulo. Piracicaba, 1994. 116 p.
- PIMENTEL, J. S.; SILVA, T. J. A.; BORGES JÚNIOR, J. C. F.; FOLEGATTI, M.V.; MONTENEGRO, A. A. A. Estimativa da transpiração em cafeeiros utilizando-se sensores de dissipação térmica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental: Campina Grande*. vol.14 no.2. p 187-195. 2010.
- PIVETTA, C. R. Evapotranspiração máxima do tomate e do pimentão em estufa plástica em função da evaporação no “Piche” e outras variáveis meteorológicas e fenométricas. Santa Maria: UFSM. 2007. 83p. Dissertação Mestrado.
- POSSE, R. P.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; PEREIRA, M.G; GOTTARDO, R. R. Total leaf area of papaya trees estimated by a nondestructive method. *Scientia Agrícola*, v.66, p.462-466, 2009.
- PRESCOTT, J.A. Evaporation from a water surface in relation to solar radiation. *Transactions of the Royal Society Science Australian, Adelaide*, v.64, p.114-118, 1940.
- ROJAS, J. S. D. Avaliação do uso do fluxo de seiva e da variação do diâmetro do caule e de ramos na determinação das condições hídricas de citros, como base para o manejo de irrigação. 2003. 110 f, Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração: Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- SEIXAS, G. B. Determinação da transpiração em plantas de nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) utilizando métodos de estimativa de fluxo de seiva. 2009. 71p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Pós-graduação em Física Ambiental, 2009.
- SILVA, J. F.; RUBIO, T. C. *Combretum lanceolatum* como recurso alimentar para aves no Pantanal. *Revista Brasileira de Ornitologia*. Setembro/2007.