

MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL NA RESERVA FLORESTAL DE CAXIUANÃ, MELGAÇO- PA

ALEXANDRA L. TAVARES¹, ANTONIO C. L. DA COSTA², MONIK F. DE ALBUQUERQUE³, MARIA C. F. DE OLIVEIRA⁴, LUCIANA C. S. VIEIRA⁵, MIRIAN S. DE ANDRADE⁶

1-Graduada em Meteorologia-Universidade Federal do Pará-kissandalima@yahoo.com.br

2-Prof. Associado.-Universidade Federal do Pará- lola@ufpa.com

3- Aluna de graduação em Meteorologia-Universidade Federal do Pará- albuquerquemf@hotmail.com

4-Prof., Adjunto 04-Universidade Federal do Pará- oliveiramaca@gmail.com

5-Graduada em Meteorologia-Universidade Federal do Pará- anjof15@yahoo.com.br

6- Aluna de graduação em Meteorologia-Universidade Federal do Pará- miriansa007@hotmail.com

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

RESUMO: Este trabalho avalia métodos teóricos de estimativa de evapotranspiração potencial através dos métodos de Makkink, Jensen-Haise, Hargreaves, Linacre, Penman-Monteith, Priestley-Taylor e Thornthwaite, na Floresta Nacional de Caxiuanã, localizada no município de Melgaço –PA, para o período de janeiro de 2003 a agosto de 2008, dentro de projeto ESECAFLOR-LBA, cujo objetivo é dar subsídios a outros estudos de interações entre floresta e a atmosfera. Os modelos teóricos de Penman-Monteith, Priestley-Taylor e Thornthwaite, foram os mais consistentes, com valores mínimos durante a época menos chuvosa (junho a dezembro) da região, sugerindo a sua aplicação para a estimativa da evapotranspiração potencial na região considerada.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração Potencial, Reserva Florestal, Caxiuanã

METHODS FOR ESTIMATION OF POTENCIAL EVAPOTRANSPIRATION IN FOREST RESERVE OF CAXIUANÃ, MELGAÇO - PA

ABSTRACT: This work evaluates theoretical methods of potential evapotranspiration estimate through the methods of Makkink, Jensen-Haise, Hargreaves, Linacre, Penman-Monteith, Priestley-Taylor and Thornthwaite, in the National Forest of Caxiuanã, located at municipality of Melgaço - Pará, for the period from January 2003 to August 2008, inside of project ESECAFLOR-LBA, whose objective is to give subsidies other studies of interactions between forest and the atmosphere. The theoretical models of Penman-Monteith, Priestley-Taylor and Thornthwaite, were the most solid, with minimum values during the less rainy time (June to December) of the area, suggesting her application for estimate of potential evapotranspiration at considered region.

KEY WORDS: Evapotranspiration Potencial, Reserve Forest, Caxiuanã

INTRODUÇÃO: Em face da importância da Bacia Amazônica como grande detentor de recurso de água no contexto regional e global, uma vez que aproximadamente 75% de energia disponível na Amazônia Central são utilizados para a evapotranspiração (VILLA NOVA, 1976; SALATI, 1985), e também 50% da precipitação anual retorna à atmosfera em forma desse elemento meteorológico (RIBEIRO, 1993), verifica-se a importância de se realizar pesquisas a respeito do consumo de água em áreas vegetadas nesta região. Além disso, com o avanço da fronteira agrícola na região Amazônica torna-se importante obter conhecimento do consumo de água pelas plantas (evapotranspiração) para se realizar um melhor manejo da quantidade de água utilizada nas diversas etapas do desenvolvimento de plantas cultivadas. A grande extensão da Amazônia favorece a existência de inúmeros ecossistemas vegetais. A floresta Nacional de Caxiuanã é uma floresta bastante densa, onde abriga grande variedade de espécies vegetais, riquíssima fauna, rios e igarapés, entre tantos outros. Portanto, no planejamento e desenvolvimento de sistemas que envolvam o manejo da água, o parâmetro "evapotranspiração" destaca-se como um dos componentes de maior importância. Este fato gerou, ao longo do tempo, uma contínua necessidade para obtenção de dados desse elemento meteorológico, resultando no surgimento de inúmeros métodos de estimativa. O objetivo deste trabalho foi estudar a evapotranspiração potencial na Floresta Nacional de Caxiuanã, através de vários métodos de estimativas, de modo a dar subsídios a outros estudos de interações entre floresta e a atmosfera.

MATERIAIS E MÉTODOS: Este trabalho foi realizado com dados da Estação Científica Ferreira Pena (ECFPn) situada na Floresta Nacional de Caxiuanã – FLONA Caxiuanã que localiza-se no município de Melgaço-PA (Lat. 01°42'30" S; Long. 051°31'45"W; Alt. 16 m), distante cerca de 400 km a Oeste de Belém. A FLONA Caxiuanã (Figuras 1a e 1b) apresenta baixa densidade demográfica, com excelente estado de conservação de sua floresta e rios, abrangendo 33.000 ha, da qual 80% correspondem à floresta de terra firme e 20% à floresta de várzea e igarapé, além de uma abundante vegetação aquática. A altura média das árvores é de 40 m e o solo predominante foi classificado como Latossolo Amarelo (COSTA et al., 2003b). Estes dados fazem parte do experimento 'O Impacto da Seca Prolongada nos Fluxos de Água e Dióxido de Carbono em uma Floresta Tropical Amazônica' (ESECAFLOR - LBA), que tem como objetivo, portanto avaliar o impacto da seca sobre o ecossistema amazônico, e também a deficiência de água no solo sobre o ciclo da floresta e suas alterações. Para realizar o presente trabalho foram utilizados dados meteorológicos de temperatura máxima e mínima do ar (°C), umidade relativa do ar (%), insolação (horas), radiação solar global (MJ/m².dia) e velocidade do vento (m/s), para o período de janeiro de 2003 a agosto de 2008. Foram calculadas as variáveis de pressão de saturação de vapor (mb), pressão de vapor (mb) e temperatura do ponto de orvalho (°C), necessárias para o cálculo de evapotranspiração. Para se obter os valores de evapotranspiração, foram utilizados sete métodos empíricos, através de um programa computacional, o SEVAP (Sistema de Estimativa de Evapotranspiração), desenvolvido em linguagem computacional *Delphi* e em ambiente Windows (SILVA et al, 2008). Com os dados disponíveis e com grau de precisão desejados, calculou-se a evapotranspiração via SEVAP, com base nos seguintes métodos de estimativa: Penman-Monteith (FAO/56), Hargreaves, Jensen-Haise, Linacre, Makkink, Priestley & Taylor e Thornthwaite (BERLATO e MOLION, 1981; PEREIRA, SEDIYAMA, 1997 e TAVARES, 2008). Posteriormente foram feitas as análises comparativas mensais entre os mesmos.



Fig.1: Localização da Área de Estudo (Fonte: Projeto ESECAFLOR), e visão panorâmica da Estação Científica Ferreira Pena (Fonte: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÕES: A Tabela 01 apresenta os resultados obtidos através dos métodos utilizados para a estimativa da evapotranspiração potencial. A evapotranspiração potencial (ETP) apresenta grande sazonalidade, sendo menor durante a época chuvosa (janeiro a maio) e maior durante a época menos chuvosa (junho a novembro). Dentre os métodos estudados, Penman-Monteith, Priestley-Taylor e Thornthwaite apresentaram variação média mais próxima entre eles. Os métodos Jensen-Haise e Makkink superestimaram os valores, com médias de $7,08 \text{ mm/d}^{-1}$ e $7,15 \text{ mm/d}^{-1}$, respectivamente. Os métodos Penman-Monteith, Jensen-Haise, Makkink e Priestley-Taylor foram os que apresentaram maiores coeficientes de variação, dentre todos os métodos, refletindo portanto a sazonalidade do fenômeno. Hargreaves e Linacre apresentaram menor variabilidade, não caracterizando a sazonalidade da região.

Tabela 01: Principais características estatísticas da evapotranspiração potencial para todos os métodos estudados.

	Penman-Monteith	Hargreaves	Jensen-Haise	Linacre	Makkink	Priestley-Taylor	Thornthwaite
JAN	3,33	4,95	6,93	2,23	7,02	3,64	3,91
FEV	3,59	4,88	6,66	2,24	6,82	4,07	3,64
MAR	3,15	4,95	5,72	2,20	5,79	3,59	3,59
ABR	3,23	5,14	5,76	2,26	5,80	3,66	3,84
MAI	3,84	5,02	6,10	2,25	6,14	4,58	4,04
JUN	4,21	4,86	7,24	2,15	7,37	5,06	4,10
JUL	4,18	4,97	7,89	2,02	7,99	4,98	3,98
AGO	4,47	5,31	8,80	2,13	8,89	5,24	4,48
SET	4,56	5,43	8,07	2,07	8,08	5,22	4,50
OUT	4,54	5,18	7,51	2,10	7,54	5,23	4,52
NOV	4,26	5,16	6,90	2,14	6,93	4,73	4,53
DEZ	3,65	5,16	7,41	2,12	7,46	3,97	4,13
Média	3,92	5,08	7,08	2,16	7,15	4,50	4,10
DesvPad	0,52	0,18	0,94	0,08	0,94	0,67	0,34
CV	13,26	3,46	13,26	3,57	13,17	14,90	8,26
Média total	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87	4,87

A Figura 02 apresenta o comportamento da evapotranspiração potencial para o período de janeiro de 2003 a agosto de 2008, no sítio experimental do projeto ESECAFLOR – LBA.

Verificou-se que os métodos Makkink e Jensen-Haise apresentaram comportamentos com grande sazonalidade da região, entretanto seus valores superestimam em relação à média dos métodos no período ($4,87 \text{ mm/d}^{-1}$). O método Hargreaves foi o que apresentou valores mais próximos à média, porém não caracterizou a variabilidade regional com picos máximos nos períodos mais chuvosos e menos chuvoso da região. O método Linacre foi o que teve o pior desempenho como estimativa de evapotranspiração potencial, pois seus valores além de subestimados em relação à média, não apresentou sazonalidade, fato bem conhecido em relação a evapotranspiração potencial da região. O método de Thornthwaite, apesar de ser um método bastante simples, apresentou bom desempenho na estimativa da evapotranspiração potencial, apesar de seus valores serem subestimados, com pico mínimo de $3,59 \text{ mm/d}^{-1}$ no mês de março, e máximo de $4,53 \text{ mm/d}^{-1}$ no mês de novembro. Penman-Monteith é o método mais preciso para a avaliação dos efeitos do clima sobre evapotranspiração (BERNARDO, 1995). De fato, este acompanha a variabilidade climática da região, sendo seus valores um pouco abaixo da média, com valor mínimo de $3,15 \text{ mm/d}^{-1}$ no mês de março, e valor máximo de $4,56 \text{ mm/d}^{-1}$ no mês de setembro. O mesmo acontece com o método de Priestley-Taylor, no entanto apresentando valores subestimados da média no período chuvoso, e valores superestimados no período menos chuvoso, com mínimos e máximos de, $3,59 \text{ mm/d}^{-1}$ (março) e $5,24 \text{ mm/d}^{-1}$ (agosto), respectivamente. Sendo, portanto os métodos Thornthwaite, Penman-Monteith e Priestley-Taylor os melhores para se estimar a evapotranspiração potencial.

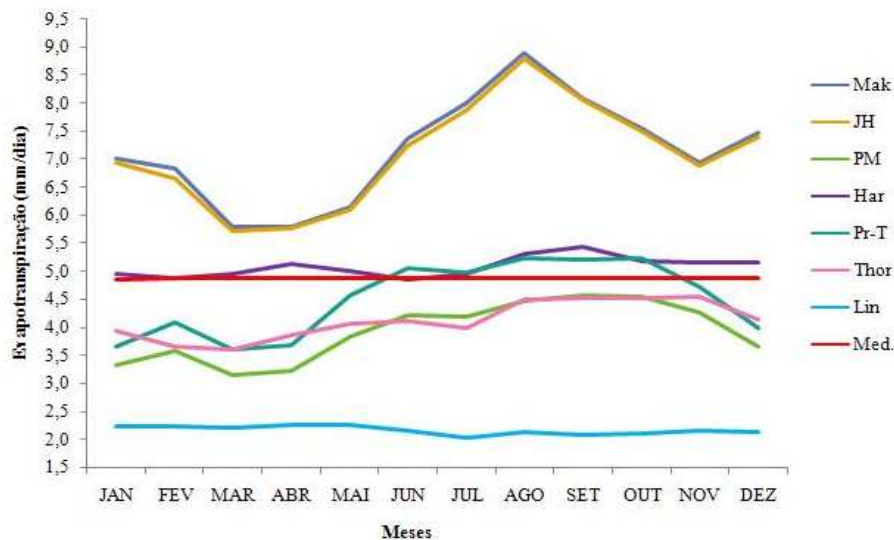


Fig. 02: Distribuição mensal da evapotranspiração potencial nos sete métodos e média total

CONCLUSÃO: Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que: os métodos Makkink e Jensen-Haise, apesar de apresentarem sazonalidade, superestimaram a ETP durante o período estudado; o método Hargreaves foi o que mais se aproximou da média, porém com pouca variabilidade, não representando a sazonalidade da região; o método Linacre subestimou a ETP em todos os meses, não caracterizando a variabilidade sazonal da região; os métodos Penman-Monteith, Priestley-Taylor e Thornthwaite, foram os que apresentaram os melhores valores, caracterizando bem a sazonalidade da ETP da região.

REFERÊNCIAS

BERLATO, M. A.; MOLION, L. C. B. Evaporação e Evapotranspiração. **Boletim Técnico IPAGRO**, Porto Alegre, n. 7, p. 3-96, maio. 1981.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. Ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1995. p.657.

COSTA, R. F. da; COSTA, A. C. L. da; MEIR, P.; MALHI, Y.; FISHER, R. A.; BRAGA, A. P.; OLIVEIRA, P. J.; SILVA JUNIOR, J. A.; GONÇALVES, P. H. L.; COAST, J. M. N.; VALE, E. D.; SOTTA, J. C.; COHEN, R. L.; RUIVO, M. L.; SILVA, R. B. C.; ANDRADE, V. M. S.; GRACE, J. Projeto LBA/ESECAFLOR em Caxiuanã: Características, atividades e resultados. In: SEMINÁRIO DE 10 ANOS DE ATIVIDADES DA ECFPN EM CAXIUANÃ, 1., 2003, Belém. **Resumos**. Belém: MPEG, 2003. CD-ROM.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba-SP-FEALQ. 1997.

RIBEIRO, J. B. M. **Análise comparativa das características microclimáticas entre áreas de floresta e de pastagem na Amazônia**. 1993. 67f. (Mestrado em Agronomia) - Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil. 1993.

SALATI, E. The climatology and hydrography of Amazonia. In : PRANCE, G. T. ; LOVEJOY, T. E. **Key environments: Amazonia**. Oxford: Pergamom, 1985. Cap.2, p. 18-48.

SILVA, V. de P. R., B. FILHO, A. F., SILVA, B. B. da, CAMPOS, J. H. B.da C., Desenvolvimento de um Sistema de Estimativa da Evapotranspiração de Referência. 2005. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.4, p. 547-553. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br>> Acesso em: 25 nov. 2008.

TAVARES, A. L. **Estudo Comparativo de Métodos de Estimativa de Evapotranspiração Potencial no Projeto ESECAFLOR-LBA, Caxiuanã – PA**. 2008. 40p. Tese de Conclusão de Curso da graduação em Meteorologia, Universidade Federal do Pará, UFPA.

VILLA NOVA, N. A.; SALATI, E. ; MATSUI, E. Estimativa da evapotranspiração na Bacia Amazônica. **Acta Amazônica**, v. 6, n. 2, p. 215-228. 1976.