

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS PARA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NO SUL DA BAHIA

Gustavo D'ANGIOLELLA¹, Vânia Lúcia Dias VASCONCELLOS², Lúcio José VIVALDI³.

INTRODUÇÃO

Devido à necessidade de estudar a disponibilidade hídrica às culturas, THORNTHWAITE (1948), PENMAN (1948) e BLANEY & CRIDDLE (1950), citados por BUTLER & MIRANDA (1984) dentre outros, desenvolveram equações matemáticas para estimar a evapotranspiração de referência (ET_o) a partir de parâmetros meteorológicos, uma vez que a medida direta é bastante difícil exigindo instalações e equipamentos especiais, o que justifica sua utilização apenas em condições experimentais.

Dentre os métodos mais utilizados para a estimativa da evapotranspiração de referência, propostos na tentativa de representar as relações existentes entre a perda de água do sistema solo-planta e os parâmetros meteorológicos predominantes no local, destacam-se:

THORNTHWAITE (1948), que estima a ET_o para um período de 30 dias. Ganhou importância mundial pelo fato de requerer dados de temperatura média.

PENMAN (1948), desenvolveu um método que se fundamenta em princípios físicos inerentes à evaporação, combinando o balanço de energia com fatores aerodinâmicos. MONTEITH (1965), modificando a equação de Penman, introduziu a resistência aerodinâmica e do dossel à transferência de água para atmosfera no termo aerodinâmico, surgindo então o método de Penman-Monteith.

O Tanque Classe A é mundialmente utilizado, devido à sua operacionalidade e ao baixo custo, segundo SEDIYAMA (1988), Requer uma correção por um coeficiente K_p, que depende do tamanho e da natureza da área tampão, da velocidade do vento e da umidade relativa do ar (PEREIRA et al., 2001).

De acordo com CASTRO NETO & SOARES (1989), a escolha de um método depende do seu grau de precisão e da disponibilidade de dados para a sua utilização, tornando necessário sua verificação em nível local.

Este trabalho tem como objetivo avaliar os métodos de Thornthwaite e do Tanque Classe A, utilizando Penman-Monteith-FAO como padrão, para as localidades de Valença, Uruçuca, Ilhéus, Jussari, Una, Porto Seguro, e Itabela, na Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir da planilha BHídrico V.3.2-2002 (D'ANGIOLELLA & VASCONCELLOS, 2002) foram calculados os valores da ET_o mensal pelos métodos do Tanque Classe A, Thornthwaite e Penman-Monteith-FAO, utilizando dados meteorológicos do período de 1984 a 1993, cedidos pela Comissão Executiva da Lavoura Cacaueira.

A ET_o foi avaliada a partir de um modelo linear de análise de variância entre anos, meses e métodos, utilizando o teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Mediante o produto entre o índice de concordância "d" proposto por WILLMOTT et al. (1985) e o índice de precisão "r", avaliou-se o desempenho

dos métodos por meio do índice de confiança "c" proposto por CAMARGO & SENTELHAS (1997), que variam de zero – nenhuma concordância, a um – concordância perfeita.

O índice "d" de WILLMOTT et al. (1985), é dado pela seguinte equação:

$$d = 1 - \frac{\sum(P_i - O_i)^2}{\sum(|P_i - O_i| + |O_i - O|)^2} \quad (1)$$

onde: P_i=ET_o estimada pelo método a ser avaliado (mm); O_i=ET_o estimada pelo método padrão (mm); O=média da ET_o estimada pelo método padrão (mm).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram detectadas diferenças significativas entre métodos, anos e meses, em todas as localidades. Esta diferença deve-se ao tamanho da amostra utilizada (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise de variância ao nível de 5%, entre métodos, anos e meses para o sul da Bahia.

Local/Mês	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Valença	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Uruçuca	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ilhéus	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Una	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Jussari	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Porto Seguro	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Itabela	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Com diferença significativa						Sem diferença significativa					
Thornthwaite	■						□					
Tanque A	●						○					

Com a aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% verificou-se a interação entre métodos e meses, não havendo diferença significativa entre Penman-Monteith-FAO e Thornthwaite, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Resultado do teste de Tukey ao nível de 5% de significância, entre métodos e meses para o sul da Bahia.

Local/Mês	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Valença	■	■	■	□	□	■	■	■	■	■	■	■
Uruçuca	■	■	■	□	□	■	■	■	■	■	■	□
Ilhéus	■	■	■	□	□	■	■	■	■	■	■	■
Una	■	■	■	□	□	■	■	■	■	■	■	□
Jussari	■	■	■	□	■	■	■	■	■	■	■	□
Porto Seguro	■	■	■	□	□	■	■	■	■	■	■	□
Itabela	■	■	■	□	□	■	■	■	■	■	■	■
	Com diferença significativa						Sem diferença significativa					
Thornthwaite	■						□					
Tanque A	●						○					

¹ Eng° Agrônomo, MSc. Divisão de Meteorologia Aplicada do Instituto Nacional de Meteorologia, DIMAP/INMET. Eixo Monumental, Via S/1. Brasília, DF – CEP: 70.680-900. E-mail: gustavo@inmet.gov.br.

² Geog^a, Dr^a. Prof^a. Adjunta da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília. Caixa Postal 04508, CEP. 70.910-970. Brasília-DF. E-Mail: vdias@unb.br.

³ Geólogo, Ph.D. Prof. Adjunto do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. Campus Darcy Ribeiro, CEP. 70.710-900. Brasília, DF. E-Mail: jfundsd@pop.com.br.

O desvio percentual médio encontrado entre os métodos de Penman-Monteith-FAO e Thornthwaite foi de 10% contra 32% dos métodos Penman-Monteith-FAO e Tanque Classe A.

O comportamento da ETo ocorreu de forma diferenciada para cada localidade especificamente, porém alguns locais apresentaram resultados muito próximos (Gráfico 1), certamente devido à influência de sistemas sinóticos atuantes e às características topográficas semelhantes.

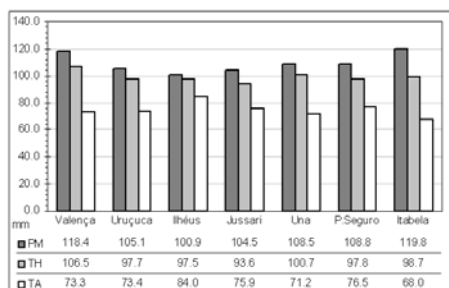


Gráfico 1. ETo mensal estimada pelos métodos do Tanque Classe A (TA), Thornthwaite (TH) e Penman-Monteith-FAO (PM), para cada localidade estudada.

Constatou-se que o método que melhor desempenho apresentou, em relação a Penman-Monteith-FAO (padrão), foi o de Thornthwaite (Tabela 3), com índice de confiança "c" de 0.94 (ótimo); 0.68 (bom); 0.77 (muito bom); 0.82 (muito bom); 0.85 (ótimo); 0.86 (ótimo) e 0.83 (muito bom) para Ilhéus, Itabela, Jussari, Porto Seguro, Una, Uruçuca e Valença respectivamente, enquanto o método do Tanque Classe A apresentou os coeficientes de: 0.72 (Muito bom); 0.43 (mau); 0.51 (sofrível); 0.55 (sofrível); 0.48 (mau); 0.54 (sofrível) e 0.51 (sofrível) para as mesmas localidades.

Tabela 3. Avaliação do desempenho dos métodos de Thornthwaite e Tanque Classe A, segundo o índice de confiança "c".

Localidade	Método	c	Desempenho
Ilhéus	Thornthwaite	0,94	Ótimo
	Tanque Classe A	0,72	Muito Bom
Itabela	Thornthwaite	0,68	Bom
	Tanque Classe A	0,43	Mau
Jussari	Thornthwaite	0,77	Muito Bom
	Tanque Classe A	0,51	Sofrível
Porto Seguro	Thornthwaite	0,82	Muito Bom
	Tanque Classe A	0,55	Sofrível
Una	Thornthwaite	0,85	Ótimo
	Tanque Classe A	0,48	Mau
Uruçuca	Thornthwaite	0,86	Ótimo
	Tanque Classe A	0,54	Sofrível
Valença	Thornthwaite	0,83	Muito Bom
	Tanque Classe A	0,51	Sofrível

Resultado semelhante foi encontrado por BUTLER & MIRANDA (1984) ao compararem os métodos de Thornthwaite e Penman para estimar a evapotranspiração potencial em Ilhéus, onde não foram encontradas diferenças significativas entre os métodos.

CONCLUSÕES

- O método de Thornthwaite teve melhor desempenho do que o método do Tanque Classe A, conforme o índice de concordância "c";

- Deve-se ter cautela ao aplicar o método do Tanque Classe A em locais com umidade relativa e velocidade do vento elevados;
- É recomendável efetuar testes para avaliar o comportamento dos diferentes métodos de estimativa da ETo existentes, em nível local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLANEY, H.F.; CRIDDLE, W.D. Determining water requirement in irrigated areas from climatological and irrigation data. Washington, **Soil Conservation Service**. 1950. 49p.
- BUTLER, D.R., MIRANDA, R.A.C. de. Comparação entre os métodos de Penman e Thornthwaite para calcular a evapotranspiração potencial no Sudeste da Bahia. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v.14(2), p.127-133, 1984.
- CAMARGO, A.P. de.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.
- CASTRO NETO, P.; SOARES, A.M. Avaliação sazonal de métodos para a estimativa da evapotranspiração potencial diária em Lavras, Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6., 1989, Maceió, AL. **Anais...**, Maceió: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. 491p. p.265-274.
- D'ANGIOLELLA, G.L.B; VASCONCELLOS, V.L.D. Cálculo do balanço hídrico climatológico com diferentes métodos para estimativa da evapotranspiração potencial, em planilhas ExcelTM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., 2002, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...**, Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2002. CD-Rom.
- MONTEITH, J.L. Evaporation and environment. **Symp. Soc. Exp. Biology**. London, v.119, p.205-234, 1965.
- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proc. Roy. Soc. A.**, London, v.193, p.120-143, 1948.
- PEREIRA, F.A. et al. Estimativa da evapotranspiração de referência para o estado da Bahia por Thornthwaite, Hargreaves e Blaney-Criddle. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 2001, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 2001.938p. p.465-466.
- SEDIYAMA, G. **Necessidade de água para os cultivos**. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO AGRÍCOLA SUPERIOR. Brasília: Curso de engenharia de irrigação, módulo 4. 1988. p.238-249.
- THORNTHWAITE, W. An approach toward a rational classification of climate, **Geographical Review**, v.38, n.1, 1948.
- WILLMOTT, C. J., CKLESON, SG., DAVIS, R.E. et al. Statistics for the evaluation and comparison models. **Journal of Geophysical Research**, Ottawa, v.90, n.º5, p.8995 - 9005. 1985.