

Ari de O. Marques Filho (**)

Maria de Nazaré Góes Ribeiro (**)

RESUMO

Neste estudo foram analisados os dados de evaporação do tanque Classe A, coletados na Estação Climatológica que está localizada no km 14 da ZF-02, Rodovia Manaus-Caraí. Nesse local o parâmetro climático dominante no processo de evaporação do tanque é o déficit de saturação do ar, com um coeficiente de determinação $R^2 = 0,91$ na equação de regressão resultante, enquanto a razão entre a evapotranspiração potencial, calculada pela fórmula de Penman, e aquela evaporação observada está vinculada à razão entre a diferença das temperaturas da superfície d'água e do ar e o déficit de saturação, com o coeficiente de determinação $R^2 = 0,79$.

INTRODUÇÃO

A compreensão do processo de evaporação em superfícies naturais está estreitamente vinculada aos resultados alcançados em estudos experimentais, que representam, num ordenamento lógico, as fontes onde são buscados e identificados os parâmetros físicos que regulam o processo, e onde os modelos idealizados para representá-lo devem ser testados e aperfeiçoados. O conhecimento da relação existente entre a evaporação de uma superfície vegetada e a evaporação medida no mesmo ambiente, por um procedimento simplificado, é importante na medida em que os estudos mais detalhados não podem prescindir de instrumentação sofisticada, raramente disponível em nosso meio. Os tanques de evaporação d'água fornecem valores que, em combinação com os demais parâmetros climáticos, podem ser relacionados à evaporação de superfícies naturais cobertas por vegetação de pequeno porte, para a qual a formulação de Penman é largamente recomendada.

As relações experimentais encontradas em diferentes locais devem constituir aspectos particulares de um comportamento mais genérico desses instrumentos. Assim Baldy (1978) estabeleceu que a razão entre a evapotranspiração potencial calculada segundo a equação de Penman e a evaporação do tanque Classe A é, na região onde foi desenvolvido

(*) Trabalho inteiramente subvencionado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

(**) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA.

seu estudo, dependente apenas da umidade relativa do ar, enquanto Bultot & Dupriez (1973) concluíram não existir uma correlação estreita entre a evaporação diária medida no tanque e aquela calculada pela fórmula, resultados estes que indicam a necessidade de se estudar a razão entre as duas grandezas em conjunção com as variáveis climáticas.

Perrier & Hallaire (1979) procuraram enquadrar o primeiro estudo referido dentro de uma análise teórica que bem justificasse o resultado experimental alcançado. Embora as simplificações consideradas, os autores mostraram que, numa primeira aproximação, a equação simplificada dependente apenas da umidade relativa do ar fazia parte de uma expressão mais genérica, que poderia descrever a evolução da razão entre os dois valores de evaporação em função dos diversos parâmetros climáticos e das condições aerodinâmicas próprias do tanque Classe A. Mais recentemente, num trabalho de Thomet *al.* (1981) foi analisado o melhor emprego das medidas de evaporação desse tanque, tendo como quantidade padrão de referência a evapotranspiração calculada pela fórmula de Penman.

No presente trabalho, têm-se como objetivos básicos a identificação dos principais parâmetros do clima que regulam: a) a evaporação do tanque Classe A; b) a razão entre a evapotranspiração potencial para vegetação de pequeno porte e a evaporação do tanque Classe A. Os aspectos teóricos associados a essas relações também serão discutidos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi instalada em novembro de 1979 uma Estação Climatológica na área de estudos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, conhecida então como Estação Experimental de Silvicultura Tropical. Essa instalação fez parte da implantação de uma Bacia Representativa na região, levada a efeito no âmbito do Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia. A estação está localizada no km 14 da estrada secundária ZF-02, rodovia Manaus-Caracará, onde as coordenadas geográficas são LAT. 2° 34'S, LONG. 60° 07'W. A altitude do local é 155 m (Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia, 1981). As informações de evaporação e temperatura da superfície d'água do tanque Classe A, temperatura e umidade relativa do ar, e velocidade do vento, são provenientes desta Estação Climatológica e correspondem ao período de agosto de 1981 a setembro de 1982.

O fluxo de uma determinada propriedade que ocorre a partir de uma superfície natural, é regulado primordialmente pela diferença de concentração dessa propriedade na superfície e no ar, e por uma resistência aerodinâmica à difusão da propriedade. Particularmente, com relação aos fluxos de calor latente (evaporação e condensação) e calor sensível, essas grandezas podem ser dispostas conforme as seguintes equações:

$$LE = \frac{\rho c p}{\gamma} \frac{e_o - e}{r_v} \quad (1)$$

$$C = \rho c p \frac{T_o - T}{r_H} \quad (2)$$

onde,

$L \rightarrow$ calor latente de vaporização (Joule Kg^{-1})

$E \rightarrow$ evaporação ($\text{Kg m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

$\rho \rightarrow$ densidade relativa do ar (Kg m^{-3})

$C_p \rightarrow$ calor específico do ar ($\text{Joule Kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$)

$\gamma \rightarrow$ constante psicrométrica ($0,66 \text{ mb } ^\circ\text{K}^{-1}$)

$e_o \rightarrow$ pressão de vapor do ar em contato com a superfície (mb)

$e \rightarrow$ pressão de vapor do ar acima da superfície (mb)

$r_v \rightarrow$ resistência aerodinâmica à difusão de vapor d'água (sm^{-1})

$C \rightarrow$ fluxo do calor sensível (Watt m^{-2})

$T_o \rightarrow$ temperatura da superfície ($^\circ\text{K}$)

$T \rightarrow$ temperatura do ar ($^\circ\text{K}$)

$r_H \rightarrow$ resistência aerodinâmica à difusão de calor sensível (sm^{-1})

Partindo dessa conceituação e desenvolvendo seu experimento para superfícies saturadas ou seja, $e_o = e_s(T_o)$ (e_s pressão de saturação de vapor d'água), Penman em 1948 apresentou seu trabalho sobre evaporação potencial. Ele considerou $r \equiv r_H$ e eliminou as características de superfície T_o e e_o , através da combinação das equações 1 e 2 com a equação do balanço de energia, esta dada por,

$$H = LE + C \quad (3)$$

em que H representa o fluxo energia disponível para a superfície em Watt m^{-2} , resultando então a clássica "equação de Penman",

$$E_p = \frac{\Delta H_1 + \gamma E_{ao}}{\Delta + \gamma} \quad (4)$$

$$H_1 = (a + bn/N) (1 - R) R_a - \sigma T^4 (0,56 - 0,08 \sqrt{e}) (0,1 + 0,9n/N)$$

e,

$$E_{ao} = 0,26 (e_s - e) (1 + 0,54 u).$$

Os símbolos nessas equações têm os seguintes significados:

$H_1 \rightarrow$ termo do balanço de energia (mmdia^{-1})

$E_{ao} \rightarrow$ termo aerodinâmico (mmdia^{-1})

$E_p \rightarrow$ evapotranspiração potencial (mmdia^{-1})

$de_s/dT \rightarrow$ ($\text{mb } ^\circ\text{K}^{-1}$)

$a, b \rightarrow$ constantes características para cada região

$\sigma \rightarrow$ constante de Stefan-Boltzman ($2,01 \cdot 10^{-9} \text{ mmdia}^{-1} \text{ } ^\circ\text{K}^{-4}$)

$e_s \rightarrow$ pressão de saturação de vapor (mb)

$u \rightarrow$ velocidade do vento medida a 2,0m de altura (ms^{-1})

$R \rightarrow$ poder refletor da superfície evaporante

$R_a \rightarrow$ radiação solar que alcança o topo da atmosfera (mm dia^{-1})

O poder refletor para vegetação de pequeno porte é 0,25 (Penman, 1963), e os coeficientes a e b para a região Amazônica têm os valores 0,26 e 0,49, respectivamente (Ribeiro et al., 1982).

A evaporação da superfície d'água do tanque Classe A, com uma temperatura superficial T_A e uma resistência aerodinâmica r , que deve englobar os aspectos aerodinâmicos inerentes ao próprio instrumento, e as condições específicas do local onde o mesmo se encontra instalado, pode ser descrita por uma expressão formalmente similar à equação 1, enquanto o fluxo de calor sensível teria para descrevê-lo uma expressão semelhante à equação 2. A partir daí, a análise da razão de E_p/EA pode ser efetuada por uma expressão tal como,

$$\frac{E_p}{EA} = \frac{\Delta H_1 + \gamma E_{a0}}{\Delta H_2 + K \rho c_p (e_s - e) / r_A \cdot L} \quad (5)$$

em que H_2 é a energia disponível para a superfície d'água do tanque expressa em mm/dia e a constante K tem apenas a finalidade de adequação das unidades da parcela $\frac{\text{mm}}{\text{dia}} \cdot \frac{\text{mb}}{\text{g}_k}$.

Perrier & Hallaire (1979) propuseram uma expressão equivalente para o estudo de E_p/EA , e desenvolveram uma equação que descreve a resistência aerodinâmica r_a . Os parâmetros envolvidos nesta equação são a velocidade do vento, o déficit de saturação do ar próximo a superfície e na altura de referência e as características de rugosidade da superfície. No estudo de Thom et al. (1981) foi referido que, "de uma forma geral essa resistência não depende somente da velocidade do vento, mas também da diferença entre a temperatura da superfície e do ar, especialmente quando as velocidades do vento são baixas". Evidentemente, a razão E_p/EA ainda permanece dependente da performance da equação de Penman, notadamente do seu termo aerodinâmico, para descrever a evapotranspiração potencial em diferentes locais e situações. Não obstante, a equação 5, é adequada para uma análise qualitativa dos parâmetros que regulam a evaporação do tanque Classe A e para o estabelecimento de relações simplificadas entre evaporação e os parâmetros climáticos.

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Os valores diários de evaporação do tanque Classe A, no período de agosto de 1981 a setembro de 1982, foram determinados e estão reunidos na Tabela 1. Foi calculada a evapotranspiração potencial para vegetação de pequeno porte, através da equação 4, com os valores médios diários de velocidade do vento, insolação, temperatura e umidade relativa do ar, e os valores resultantes são apresentados na Tabela 2.

Neste primeiro estudo as relações entre os valores de evaporação e os parâmetros climatológicos, são buscadas utilizando-se os valores médios mensais de todas as variáveis. Baldy (1978) enfatizou que "a correlação encontrada em seu estudo não se aplicaria senão a vários dias (5 a 10) para integrar a maior parte das variações aleatórias das medidas", indicando, portanto, o possível fracasso na pesquisa de relações com valores diários.

Na Tabela 3, apresentam-se os valores médios mensais dos dados observados na estação e utilizados no presente estudo. As variações mensais da evaporação do tanque Classe A, do déficit de saturação do ar à altura de referência, $es-e$, da diferença entre a pressão de saturação de vapor do ar próximo à superfície e a pressão de vapor à altura de referência $es(TA) - e$, e da velocidade do vento, são apresentadas na Figura 1.

Pode ser observado nessa figura que uma combinação envolvendo a diferença $es(TA) - e$ e a velocidade do vento poderia descrever adequadamente as variações de evaporação do tanque, desde que fosse estabelecida a vinculação existente entre $1/r_A$ e a velocidade do vento, em concordância com a forma da equação 1. Entretanto, outro aspecto mais favorável nesse gráfico é a evolução bastante semelhante dos traçados do déficit de saturação do ar, $es-e$, e da evaporação do tanque E_A , sugerindo ser esta característica do ar um fator dominante no processo de evaporação no local onde está instalado a Estação Climatológica, e permitindo o estabelecimento de uma relação envolvendo apenas a temperatura e umidade relativa do ar como parâmetros climáticos.

A partir dessa constatação foi possível determinar a correlação existente entre esses dois elementos, cujo aspecto gráfico é mostrado na Figura 2, sendo a equação resultante dada por

$$E_A = 1,035 + 0,372 (es-e) \quad (6)$$

que apresenta um alto coeficiente de determinação ($R^2 = 0,91$).

Evidentemente seria preferível fazer a determinação dessa equação para períodos menores do que trinta dias; porém, as diversas falhas nas observações não indicavam ser este procedimento o mais adequado, pois seria necessário neste caso a definição de critérios que permitissem a formação de grupamentos homogêneos, o que determinaria possivelmente uma redução acentuada no número de informações utilizáveis. A situação relativa da equação 6 (base mensal) no confronto com a distribuição dos pontos experimentais, oriundos de períodos semanais sem tratamento especial, é mostrada na Figura 3. Embora a maior dispersão dos pontos, pode ser prevista pequena variação entre a equação agora proposta, e aquela que resultaria do ajuste dos dados correspondentes a períodos semanais.

A razão E_p/EA foi estudada considerando os fatores que aparecem explícita ou implicitamente, na equação 5. Os parâmetros climáticos utilizados foram o déficit de saturação do ar ($es-e$), a diferença de temperatura da superfície d'água e do ar ($TA-T$), a umidade relativa do ar e a velocidade do vento. Depois de várias tentativas foi alcançada a seguinte equação para descrever a razão E_p/EA ,

$$\frac{E_p}{EA} = 0,863 + 0,384 \left(\frac{TA-T}{es-e} \right) \quad (7)$$

com um coeficiente de determinação $R^2 = 0,79$. A velocidade do vento não se apresentou, nas combinações com os outros fatores do clima, com contribuição significativa nas análises de regressão, e por essa razão não aparece numa forma explícita na equação. Na Figura 4 são mostrados os pontos experimentais que originaram a equação de regressão. A relação E_p/EA e $(T_a - T)/(e_s - e)$ para períodos semanais é mostrada na Figura 5. A dispersão dos pontos é bastante acentuada, mas ainda persiste uma relação entre as variáveis semelhante àquela representada pela equação 7, indicando que não ocorrerá grande variação quando tal equação for determinada a partir de dados semanais.

CONCLUSÕES

A faixa de variação da evaporação diária do tanque Classe A, na Estação Climatológica da Bacia Modelo, situa-se entre os valores de 0,7 a 6,8 mm/dia.

Foi ajustada uma equação que relaciona a evaporação do tanque Classe A com o déficit de saturação do ar, a qual pode ser utilizada para o preenchimento de falhas nas observações de evaporação no local.

Os parâmetros que regem a evolução da razão entre a evapotranspiração para grama, calculada pela fórmula de Penman, e a evaporação do tanque Classe A, são as temperaturas do ar e da superfície d'água e o déficit de saturação do ar, dispostos segundo a equação 7.

As relações agora encontradas, ainda que estabelecidas com valores médios mensais de todas as variáveis, são, apropriadas para utilização em períodos semanais, notadamente a equação que descreve a evaporação do tanque Classe A.

SUMMARY

In this study were analysed data of evaporation from Class A pan, collected in the Climatological Station, which is localized on km 14 - ZF 02 - Manaus Caracará Road. In that local the dominant climatic parameter in the process of pan evaporation is the saturation deficit of air, with a determination coefficient $R^2 = 0.91$ in the equation of regression, while the ratio between potential evaporation, calculated by Penman formulation, and observed evaporation is associated with the ratio between the difference of temperature of water and air and saturation deficit of air, with a determination coefficient $R^2 = 0,79$.

Tabela 1. Evaporação diária do tanque Classe A (mm/dia).

Dia	Ano														
	Mês	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.
1		*	3,5	3,6	3,4	5,1	*	2,2	*	4,7	3,2	4,4	3,8	4,4	5,8
2		*	*	3,4	4,5	4,6	4,5	*	2,2	2,7	*	*	4,7	3,4	5,5
3		*	4,4	5,0	3,9	3,9	2,3	3,0	*	4,4	2,0	4,1	4,0	5,7	4,5
4		*	*	4,1	4,4	4,5	2,1	4,9	*	2,4	*	4,8	2,3	5,2	1,2
5		*	4,9	1,7	5,1	4,5	2,9	3,4	*	*	4,5	2,9	4,3	4,1	4,0
6		4,0	4,1	3,0	4,5	4,7	2,9	1,8	*	*	4,6	2,6	4,1	4,2	4,7
7		4,4	3,5	3,9	3,3	5,0	2,7	1,9	3,2	4,7	4,1	2,8	1,7	4,7	2,7
8		4,0	4,0	5,7	*	*	3,1	2,3	4,2	3,4	4,5	3,2	4,1	4,0	4,7
9		3,9	4,7	5,5	3,0	*	*	3,5	4,3	*	3,8	3,0	3,8	3,8	4,1
10		4,4	4,7	2,1	2,1	*	3,1	3,8	5,7	*	3,4	4,6	2,9	3,8	1,6
11		4,4	2,9	1,5	3,8	3,3	4,9	2,3	2,8	*	5,1	3,6	3,9	4,5	3,8
12		*	4,3	3,8	5,8	2,0	5,2	1,8	3,2	*	3,6	3,0	4,0	3,7	4,9
13		2,7	4,5	5,5	0,7	4,3	3,5	3,6	0,9	2,0	3,9	2,8	4,6	3,4	6,8
14		4,3	*	5,6	4,1	*	4,9	3,3	3,6	4,3	4,0	1,4	4,6	2,3	6,3
15		4,6	*	3,6	3,4	*	5,0	3,7	3,0	4,3	3,2	3,2	5,0	3,9	5,4
16		3,5	2,4	6,5	1,9	*	4,6	*	2,9	4,3	4,0	3,6	3,2	4,4	6,5
17		4,4	2,2	5,0	3,7	*	*	2,7	2,1	2,4	3,9	4,6	5,0	4,3	5,9
18		3,8	3,0	4,3	*	*	*	4,5	2,9	3,8	2,5	3,6	4,6	4,8	6,2
19		3,2	4,5	3,7	3,4	*	4,6	*	3,8	2,5	4,0	2,8	4,5	4,2	4,4
20		2,4	4,8	4,1	4,2	*	1,7	*	*	3,9	3,6	3,9	5,1	5,1	5,5
21		4,1	4,9	2,6	4,2	3,0	4,2	2,0	2,7	4,7	*	4,7	4,8	5,2	5,4
22		3,8	1,1	3,9	2,5	2,7	*	3,0	3,0	4,7	2,2	3,7	2,2	5,6	3,0
23		4,3	2,7	3,7	3,8	4,3	*	3,3	2,8	2,1	3,2	3,5	3,5	4,1	5,0
24		3,6	2,2	4,3	1,6	3,5	2,1	1,7	3,9	3,8	3,3	4,9	2,8	3,7	3,3
25		2,1	1,9	3,9	2,4	*	2,4	2,7	3,2	3,1	4,0	4,6	3,3	4,9	4,1
26		2,9	3,7	4,8	3,1	*	1,6	5,4	3,6	2,4	2,4	3,4	2,3	5,2	2,0
27		2,2	4,0	3,0	2,5	*	4,5	4,4	5,1	1,0	1,6	3,5	2,4	5,6	4,3
28		4,1	4,5	2,5	*	*	3,4	4,4	3,7	1,5	1,2	4,9	4,2	5,8	6,1
29		2,4	1,8	2,2	*	*	4,0	4,4	2,5	*	2,4	3,9	3,1	5,7	4,2
30		3,6	*	4,4	3,9	2,9	3,9	2,4	2,4	2,0	4,0	3,7	2,5	6,0	3,5
31		3,5	3,6	4,4	3,9	4,0	2,0	3,1	*	2,0	2,8	3,7	4,0	5,8	
Média		3,6	3,6	3,9	3,4	3,7	3,5	3,1	3,2	3,3	3,4	3,6	3,7	4,6	4,6

(*) Falha de observação.

Tabela 2. Evapotranspiração Potencial segundo a fórmula de Penman (mm/dia).

Dia	Ano													
	Mes	1981						1982						
	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Feb.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.
1	*	3,5	3,6	3,4	5,0	*	3,0	*	3,8	3,2	4,0	3,5	4,0	4,6
2	*	*	4,0	3,9	4,8	2,7	*	2,6	3,1	*	*	4,0	3,7	4,6
3	*	*	4,2	5,0	4,0	2,2	3,0	2,6	3,5	2,9	3,8	3,7	4,3	4,0
4	*	2,7	4,3	5,1	3,1	2,9	4,7	*	3,0	*	4,0	3,3	4,3	2,3
5	*	4,2	2,3	4,9	4,4	2,7	4,1	*	*	2,5	2,8	3,3	3,7	3,8
6	2,8	2,5	2,9	4,6	4,6	3,1	2,2	*	*	4,1	2,7	3,9	3,4	3,6
7	3,8	3,6	4,1	4,9	5,0	3,3	2,1	3,4	3,2	3,8	2,8	2,4	4,1	3,3
8	4,3	4,2	5,1	*	*	3,3	2,9	3,6	3,7	4,5	3,6	3,9	3,8	4,0
9	4,0	4,6	5,0	2,9	*	3,3	3,9	3,2	*	3,9	3,4	3,8	2,4	4,7
10	3,9	4,6	2,8	*	3,1	4,2	4,0	4,5	*	3,3	3,8	3,1	3,8	3,1
11	*	3,5	2,3	3,9	3,4	4,7	2,8	3,7	*	3,8	3,4	3,8	4,2	2,8
12	*	4,1	3,9	5,0	2,4	4,7	3,2	3,0	*	3,5	2,9	3,8	3,6	4,2
13	3,4	4,7	4,9	2,2	3,4	3,5	3,3	2,4	2,6	3,5	3,0	4,0	2,9	4,9
14	4,4	*	4,7	4,4	*	4,3	3,0	4,4	4,6	4,1	2,3	4,1	3,2	5,0
15	4,4	*	4,1	3,9	*	4,3	4,2	3,3	4,7	3,4	3,3	4,1	4,0	4,9
16	3,5	2,7	5,2	2,9	*	4,5	*	2,8	3,5	3,5	3,6	4,1	4,2	4,3
17	4,0	2,7	5,1	2,9	*	*	3,2	2,8	3,2	3,7	3,9	3,8	4,5	4,6
18	3,9	3,2	3,9	*	*	*	3,8	3,4	2,5	2,8	3,5	3,5	3,3	5,2
19	2,9	4,5	3,8	3,5	*	4,3	*	2,7	3,3	3,4	3,3	3,9	4,3	4,5
20	2,5	4,0	4,5	3,8	*	2,6	*	*	3,7	3,9	3,3	4,1	4,6	4,8
21	3,6	4,9	3,0	3,8	3,0	3,9	2,4	3,6	4,7	*	3,7	4,0	4,4	4,9
22	4,2	2,5	4,5	3,0	3,0	*	3,4	3,3	2,5	2,3	3,3	2,9	4,7	5,0
23	3,8	2,7	3,8	4,8	3,4	2,7	3,2	3,3	2,7	3,2	3,7	2,9	3,7	4,7
24	3,9	2,3	3,7	2,7	3,6	2,4	2,7	3,5	3,8	3,1	3,8	3,0	3,5	3,1
25	2,1	3,6	3,9	3,0	*	2,9	3,1	3,5	3,1	3,3	3,9	3,3	4,4	3,8
26	3,4	3,3	3,8	3,7	*	2,8	4,7	4,2	3,3	2,6	3,3	3,3	4,3	2,6
27	3,7	3,9	3,7	2,7	*	3,0	4,0	3,9	3,9	2,1	3,3	2,7	4,5	3,9
28	4,3	4,9	3,0	*	*	3,4	4,6	3,6	2,6	2,0	3,9	4,0	4,4	5,1
29	3,6	2,4	2,6	*	*	3,6	3,3	3,3	*	2,6	3,6	3,0	4,8	3,9
30	3,6	*	4,7	3,8	3,2	4,1	3,3	2,2	2,3	3,7	3,3	2,9	4,7	2,8
31	3,1	4,4	4,4	3,8	3,7	2,8	*	*	3,3	3,3	3,3	3,4	4,6	
Média	3,6	3,5	3,9	3,7	3,7	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,4	3,5	4,0	4,1

(*) Falha de observação.

Tabela 3. Valores médios mensais de evaporação e dos parâmetros climáticos.

Meses	H mm dia	Ep mm dia	EA mm dia	E_p/EA	T °C	TA °C	UR %	e_s mb	e mb	TA-T °C	e mb	es(TA) mb	es(TA)-e mb	u m/s
Ago.	4,1	3,6	3,6	0,997	26,0	28,8	79,9	33,76	26,98	2,8	6,78	39,59	12,61	0,38
Set.	4,0	3,5	3,6	1,010	25,9	28,6	80,6	33,61	27,10	2,7	6,51	39,14	12,04	0,37
Out.	4,5	3,9	3,9	1,001	26,8	29,7	78,9	35,31	27,85	2,9	7,46	41,71	13,86	0,41
Nov.	4,3	3,7	3,4	1,093	26,5	29,2	80,9	34,77	28,12	2,7	6,69	40,52	12,40	0,43
Dez.	4,1	3,7	3,7	1,005	27,2	29,8	78,5	36,15	28,36	2,6	7,79	41,95	13,59	0,39
Jan.	4,0	3,4	3,5	0,993	26,2	28,9	91,4	34,05	27,73	2,7	6,32	39,82	12,09	0,42
Fev.	4,0	3,4	3,1	1,079	25,6	28,5	82,9	32,98	27,33	2,9	5,65	38,91	11,58	0,46
Mar.	3,8	3,3	3,2	1,032	26,1	28,5	81,7	33,88	27,68	2,4	6,20	38,91	11,23	0,44
Abr.	3,8	3,3	3,3	1,005	26,1	28,6	82,8	33,84	28,02	2,5	5,82	39,14	11,12	0,40
Mai.	3,8	3,3	3,4	0,968	26,1	28,1	81,9	33,87	27,74	2,0	6,13	38,02	10,28	0,42
Jun.	3,8	3,4	3,6	0,939	26,4	28,2	77,9	34,47	26,86	1,8	7,61	38,24	11,38	0,41
Jul.	4,0	3,5	3,7	0,950	26,2	27,7	78,7	34,11	26,86	1,5	7,25	37,14	10,28	0,42
Ago.	4,5	4,0	4,6	0,884	26,8	27,6	75,0	35,33	26,50	0,8	8,83	36,92	10,42	0,48
Set.	4,4	4,1	4,6	0,887	27,6	27,8	73,8	36,97	27,30	0,2	9,67	37,36	10,06	0,51

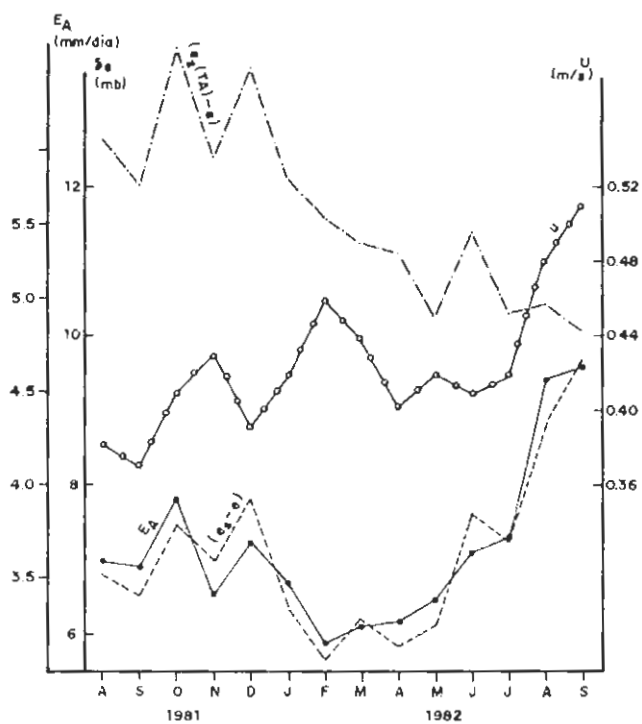


Fig. 1. Evaporação do tanque Classe A e os parâmetros do clima.

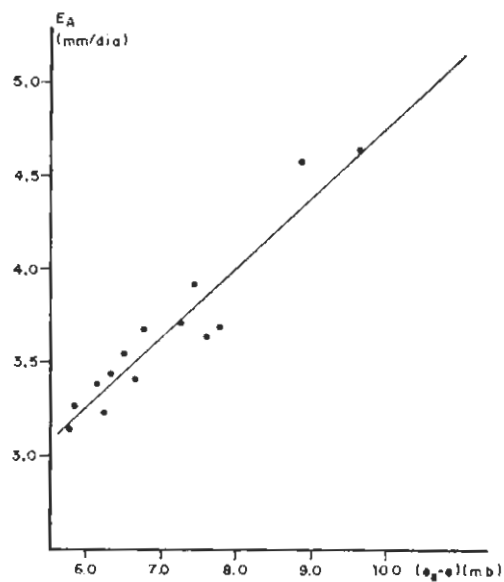


Fig. 2. Correlação entre E_A e o déficit de saturação do ar.

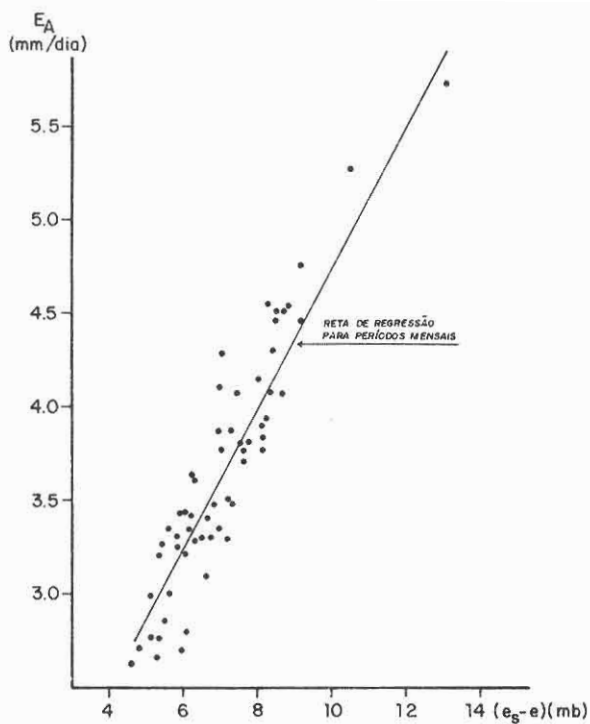


Fig. 3. Relação entre a evaporação do tanque Classe A e o déficit de saturação do ar para períodos de sete dias.

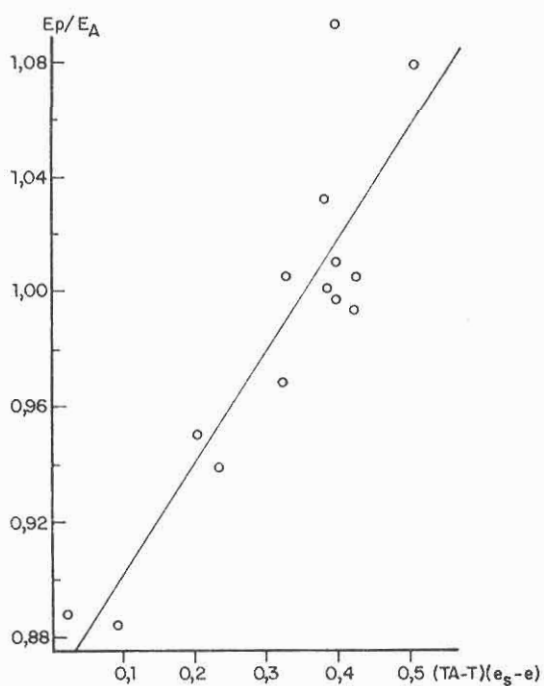


Fig. 4. Correlação entre a razão E_p/E_A e $(T_A - T)/(e_s - e)$.

Evaporação do tanque classe ...

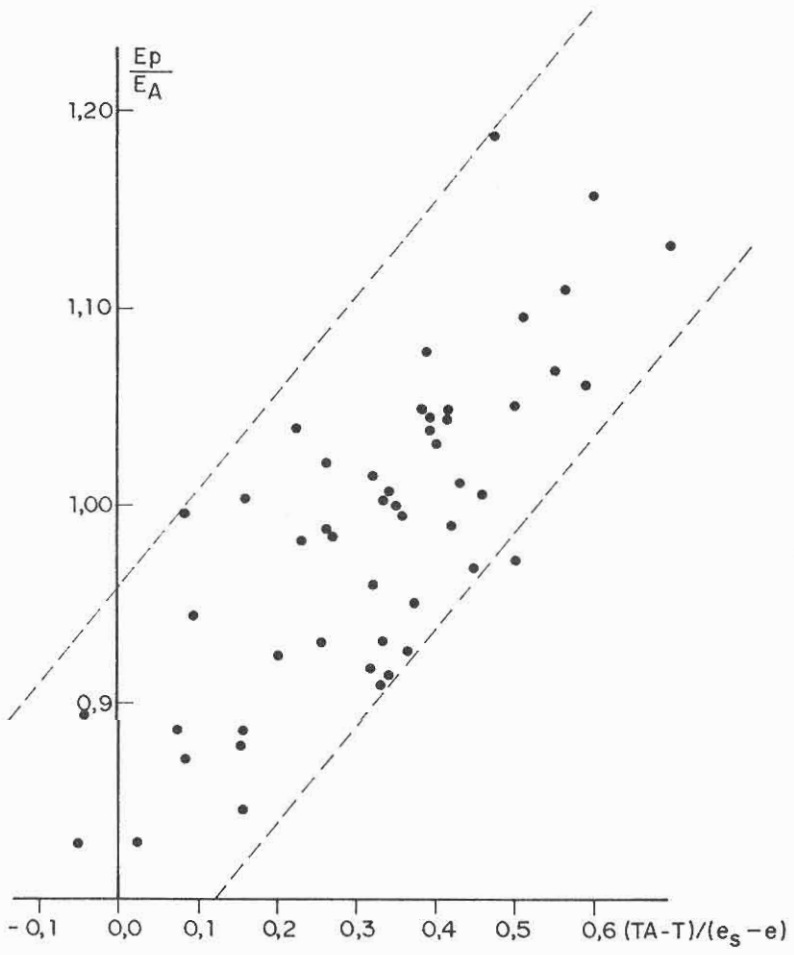


Fig. 5. Relação $\frac{E_p}{E_A}$ e $(T_A - T)/(e_s - e)$ para períodos de sete dias.

Referências bibliográficas

- Baldy, Ch. M.-1978. Utilisation d'une relation simples entre la bac classe A et la formule de Penman pour L'estimation de L'ETP en zone saudano - sahélienne - **Annales Agronomiques**, 29 C5: 439 - 452.
- Bultot, F. & Dupriez, G. L. - 1973. L'évaporation d'un bac d'eau Libre - sa signification retreint - **Journal of Hydrology**, 20: 83 - 95.
- Penman, H. L. - 1963. Vegetation and Hydrology. Commonwealth Agricultural Boreaux. Technical communication (53), England.
- Perrier, A.; Hallaire, M. - 1979. Rapport de L'évapotranspiration potentielle calculée à relation mesurée sur bac. I Justification d'une relation expérimentale obtance en zone tropicale; II Expression en founction d'une facteur de déséquilibre hidrique entre les surfaces évaporantes e L'air - **Annales Agronomiques**, 30(4): 329 - 346.
- Projeto de Hidrologia e Climatologia da Amazônia. - 1981. **Bacia Representativa. Relatório final em dois volumes** - Rio de Janeiro.
- Ribeiro, M. N. G.; Salati, E.; Villa Nova, N. A.; Demétrio, C. G. B. - 1982. Radiação Solar disponível em Manaus e sua relação com a duração do brilho solar. **Acta Amazonica**, 12 (2).
- Thom, A. S.; Thony, J. L.; Vauclin, M. - 1981. On the proper employment of a evaporation pans and atmometers in estimating potential transpiration. **Quarterly. J. R. Meteorological Society** 107: 711-736.

(aceito para publicação em 26.03.1986)