

COMPARAÇÃO DA EVAPORAÇÃO MEDIDA EM DIFERENTES EVAPORÍMETROS E
EM TANQUE PADRÃO (20 m²)

CLOVIS ALBERTO VOLPE¹, ROMISIO GERALDO BOUHID ANDRÉ¹ e JOSÉ PAULO VALARELLI².

RESUMO - A evaporação de uma superfície livre d'água pode ser medida em diversos evaporímetros, recomendados pela Organização Meteorológica Mundial, que diferem quanto a construção e instalação. Dentre os evaporímetros, o que mais aproxima o valor da grandeza evaporação, é o Tanque de 20 m² (Tanque Padrão), utilizado como referência para a evaporação de uma superfície livre d'água. Neste trabalho comparam-se as medidas diárias da evaporação em tanques Classe A, GGI-3000 e Young Screen com a evaporação em tanque de 20 m² por um período de observações de 10 anos, realizados na Estação Meteorológica do Campus de Jaboticabal, UNESP. As comparações foram feitas em termos de dados médios diários para cada mês, procedendo-se a análise estatística de regressão linear. Foram determinadas também as relações simples mensais entre a evaporação do tanque de 20 m² e os três diferentes evaporímetros. Os três tipos de tanques forneceram valores médios mensais de evaporação superiores aos obtidos no tanque de 20 m², em todos os meses do ano; os maiores valores foram encontrados no tanque Classe A e a evaporação média mensal do GGI-3000 pouco diferiu daquela do Young Screen. As equações de regressão linear relacionando a evaporação do tanque de 20 m² com os outros tipos de tanques foram estabelecidas apesar dos baixos valores dos coeficientes de determinação (r²) encontrados.

-
1. Departamento de Ciências Exatas, FCAVJ-UNESP, 14870-Jaboticabal, SP.
 2. Acadêmico do Curso de Agronomia, FCAVJ-UNESP, 14870-Jaboticabal, SP.

COMPARISON OF VARIOUS TYPES OF EVAPORIMETERS AND THE 20 m² TANK

ABSTRACT - The 20 m² tank gives values of evaporation as close as to the lake and so it has been widely used as a standard device for comparisons with others pans and tanks in the world. The measurements of evaporation obtained in Classe A, GGI-3000 and Young Screen pans were correlated with the 20 m² tank for ten years period. The data were collected at the Meteorological Station of "Campus de Jaboticabal - UNESP". Daily mean values were correlated for each month and a statistical analysis for linear regression was applied. A simple relation between each pan and the 20 m² tank were also obtained. All the pans overestimated the evaporation when this value was compared to the 20 m² tank, but the screened pans show results much closer to the 20 m² tank than the unscreened one.

INTRODUÇÃO

A determinação da evaporação e da evapotranspiração é de grande importância para as atividades agrícolas, planejamento e funcionamento de barragens, sistemas de irrigação e todas as demais atividades que exigem dados de perda d'água de superfícies naturais. Dos termos da equação do balanço de água de uma superfície terrestre a evaporação é o mais importante e o mais difícil de ser medido ou estimado. O problema é simplificado determinando-se a evaporação de um ponto da superfície e que seja representativo da área em questão.

Entre os instrumentos utilizados para medir a evaporação, os mais adotados no mundo, devido ao baixo custo e a facilidade de operação, são os tanques de evaporação (W.M.O., 1966). Na operação dos tanques os termos "run-off" e drenagem são prevenidos e a evaporação é dada pela mudança do nível da água no tanque após uma compensação que é feita de acordo com a precipitação, que precisa também ser medida.

Atualmente, os tanques, em associação com estações climatológicas, têm produzido uma enorme quantidade de dados os quais são usados na determinação da evaporação de lagos (W.M.O. 1971) e na determinação da evapotranspiração de um grande núme-

ro de culturas (DOORENBOS & PRUITT, 1975). Muitas tentativas já foram feitas procurando relacionar a evaporação de tanques e a evaporação de lagos. Uma aproximação simples consiste no uso de um coeficiente de tanque, definido como a razão entre a evaporação do lago e a evaporação do tanque. Esse coeficiente, logicamente, deve ser apropriado para cada tanque e para determinada condição de clima uma vez que a capacidade de armazenar energia dos tanques é menor que a dos lagos assim como a exposição, a dimensão e o material de confecção conferem a cada tanque evaporação diferenciada. Na determinação da evapotranspiração potencial, a relação planta-tanque carece de mais realismo, pois tanto quanto ao fenômeno físico, a evaporação de alguns tipos de tanques é completamente diferente da evapotranspiração de uma superfície vegetada e neste caso deve-se considerar a rugosidade aerodinâmica da cultura além da energia armazenada na água dos tanques (HOUNAM, 1971). Entretanto, experimentos de campo têm mostrado que, para períodos longos, a evaporação do tanque é altamente correlacionada com a evapotranspiração de uma cultura que esteja cobrindo totalmente o solo e com boa disponibilidade de água. Neste caso deve-se também aplicar um coeficiente de correção, uma vez que a evaporação do tanque excede a evapotranspiração potencial, principalmente em períodos ou em áreas secas (DALE & SCHEERINGA, 1977).

Existem vários tipos de tanques de evaporação; alguns expostos à superfície, outros enterrados, variando também em suas dimensões e no material de construção. Os três tipos mais difundidos no mundo são o Classe A (USWB) bastante utilizado no Ocidente, o GGI-3000 e o 20 m² encontrados no leste da Europa. A Organização Meteorológica Mundial está corretamente conduzindo comparações entre esses tanques em muitos países, procurando, através dos resultados dessas comparações, encontrar um tanque de evaporação de referência internacional (W.M.O., 1966). No Brasil, OLIVEIRA (1971) e CUNHA (1973) compararam a evaporação de vários tanques utilizando dados de evaporação de um e dois anos respectivamente. As comparações feitas até agora em vários países indicam que os tanques enterrados fornecem dados geralmente mais próximos da evaporação de um lago e da evapotrans-

piração potencial do que aqueles obtidos por tanques colocados acima da superfície, devido a absorção de radiação e a transferência de calor sensível entre o ar do ambiente e sua parede (W.M.O., 1966; TAN & FULTON, 1980). Valores típicos de coeficientes de tanque em base anual, definido como a razão entre a evaporação do lago e a evaporação do tanque são cerca de 0,70 para o Classe A, 0,82 para o GGI-3000 e próximo a unidade para o 20 m² (BRUTSAERT, 1982).

A Organização Meteorológica Mundial recomenda, como referência para estudos comparativos com evaporímetros, que seja adotado o uso do tanque de 20 m², já que, como mostraram os dados citados, é o que fornece valores mais confiáveis em relação a evaporação de uma superfície natural livre de água.

Neste trabalho serão comparadas a evaporação do tanque de 20 m² com a evaporação do tanque Classe A, GGI-3000 e Young Screen, nas condições climáticas de Jaboticabal, SP, utilizando-se dados diários para um período de dez anos. Os resultados obtidos poderão indicar qual desses tanques de evaporação fornece dados mais acurados em relação a evaporação de uma superfície natural aqui considerada como sendo representada pelo tanque de 20 m².

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados no presente trabalho, foram obtidos na Estação Meteorológica do Campus de Jaboticabal da UNESP (latitude 21°15'22" S, longitude 48°18'58" W, altitude 595 m). Esses dados referem-se às leituras diárias do nível de água em tanques de 20 m², Classe A, GGI-3000 e Young Screen, bem como a altura de precipitações por um período de 10 anos, de 1971 a 1980. Os tanques estão localizados em uma área plana, livre de obstáculos e devidamente gramada. O solo dessa área é o Latossolo vermelho escuro fase arenosa não havendo, portanto, influência dessa variável na evaporação dos tanques enterrados, já que a umidade do solo pode alterar a taxa de evaporação desses últimos. (BRUTSAERT, 1982).

Os tanques apresentam as dimensões e características

de construção e montagem recomendados pela Organização Meteorológica Mundial, a saber:

a) Tanque de 20 m²

Tanque cilíndrico com fundo plano, construído de chapa galvanizada de 4 mm de espessura, e enterrado no solo. A altura é de 2,00 metros e o diâmetro de 5,04 metros, sendo a superfície evaporante igual a 20 m². É pintado internamente com uma camada de tinta branca resistente a ação da água. É composto ainda de um poço tranquilizador construído de plástico PVC resistente de 3 mm de espessura, com formato cilíndrico e dimensões de 15,3 mm de diâmetro e 34,0 cm de altura, que é o local onde se efetuam as medições, pois além de fornecer um espelho de água tranquila, apresenta uma referência fixa. Neste local é assentado um linímetro com capacidade de medir até 0,01 mm de variações no nível da água. Esse nível é completado quando as leituras no linímetro indicam um valor mínimo abaixo do qual podem ser introduzidos erros.

b) Tanque Classe A (USWB)

Tanque cilíndrico de 1,21 m de diâmetro e 25,5 cm de altura, com fundo plano, construído inteiramente de chapa galvanizada (nº 22), montado em suporte de madeira a 10,0 cm acima da superfície do solo. O tanque é cheio até 5 cm abaixo da borda. A fim de que as leituras possam ser efetuadas, um poço tranquilizador é colocado dentro do tanque a fim de evitar movimento da água. As leituras são efetuadas através de um parafuso micrométrico de gancho com precisão de medidas de até 0,02 mm no nível da água. Sempre que o nível da água chegar a cerca de 10 cm da borda, esta é repostada até seu nível normal.

c) Tanque GGI-3000

Tanque cilíndrico com fundo cônico construído de chapa galvanizada, com as seguintes dimensões: diâmetro interno 61,8 cm (superfície evaporante de 3000 cm²), altura da parede de 60 cm, profundidade no centro de 68,5 cm. O tanque é enterrado no solo, com a borda a 7,5 cm acima da superfície. A parte interna do tanque é pintada com tinta branca fosca, enquanto que, ex

ternamente é aplicada uma tinta anticorrosiva, com exceção da faixa de 7,5 cm acima da superfície, que recebe a mesma tinta usada no interior. Na parte central do tanque existe um cano de 1/2" de diâmetro que é a referência fixa onde se instala o recipiente volumétrico para a retirada do volume de água a ser medido numa proveta graduada em mm. O próprio sistema de medida determina quando se deve completar o nível da água ou retirá-la quando ocorrem excessos oriundos da precipitação.

d) Tanque Young Screen

Tanque cilíndrico com 61 cm de diâmetro, 90 cm de profundidade, construído com chapa galvanizada. O tanque é enterrado no solo ficando a borda a 5 cm acima da superfície. Um reservatório cilíndrico de 15 cm de diâmetro é ligado ao tanque à altura de 40 cm da extremidade e serve como poço tranquilizador para as leituras através de um parafuso micrométrico. O tanque é pintado de branco internamente e com uma tinta anticorrosiva por fora, exceto nos 5 cm que permanece acima da superfície do solo que, também, é pintada de branco, como no seu interior. O nível da água é completado cada vez que este atinge 10 cm abaixo da borda superior do tanque.

Para cada período de aproximadamente um mês, os tanques Classe A, GGI-3000 e Young Screen foram esvaziados, limpos e testados contra vazamentos. O tanque de 20 m² foi lavado e inspecionado uma vez por ano.

As leituras do nível da água nos quatro tanques e a precipitação, quando ocorreu, foram efetuadas por volta das 7:00 horas local. Os dados referentes às precipitações foram obtidos através de um pluviômetro Lambrecht, instalado próximo ao local dos tanques.

A evaporação diária em cada tanque foi dada por $P \pm \Delta h$, sendo P a precipitação (em mm) e Δh a variação no nível da água (mm) em cada tanque, obtida pela diferença entre a leitura inicial e a leitura final, num intervalo de tempo de 24 horas.

Com os dados diários da evaporação obtidos nos tanques efetuou-se os estudos de correlação para cada mês, entre o tanque de 20 m² e o Classe A, o GGI-3000 e o Young Screen, respec-

tivamente. Aplicou-se então o teste F da análise de variância para a regressão linear e o teste t para os coeficientes a e b da reta, determinando-se também o coeficiente de determinação (r^2). Foram também calculadas as relações simples entre a evaporação mensal do tanque de 20 m² com os demais.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As equações das retas obtidas nas correlações mensais entre os dados diários da evaporação do tanque Padrão e os tanques Classe A, GGI-3000 e Young Screen são capazes de responder significativamente por uma porcentagem pequena da variação experimental, como mostram os resultados dos Quadros 1, 2 e 3. Em outras palavras pode-se descrever a evaporação do tanque de 20 m² em função dos tanques Classe A, GGI-3000 e Young Screen através das equações apresentadas, embora seja pequeno o coeficiente de determinação (r^2). Isso significa que outros fatores, como por exemplo, o vento e o deficit de saturação de vapor acima da superfície do tanque, devam ser considerados nessas correlações.

Os três tipos de tanques forneceram valores médios mensais de evaporação superiores aos obtidos com o tanque de 20m², em todos os meses do ano. A maior diferença foi encontrada entre os tanques de 20 m² e o Classe A; a evaporação média mensal do tanque GGI-3000 pouco diferiu daquela do Young Screen, o que pode ser observado através da Figura 1. A maior evaporação encontrada no tanque Classe A é devida, principalmente, por se tratar de um tanque colocado acima da superfície do solo, onde, ao contrário dos outros tanques que são enterrados, recebe radiação através de suas paredes como também há troca de calor com o ar do ambiente.

O fator de conversão, definido aqui como sendo a razão entre a evaporação mensal do tanque de 20 m² e os demais tanques variou de 0,73 a 0,87 para o tanque Classe A, de 0,83 a 0,94 para o GGI-3000 e de 0,83 a 0,90 para o Young Screen (Quadro 4). Os valores desses fatores de conversão para cada tanque variaram em função do mês e essa variação está em concordância

QUADRO 1 - Equações de regressão para a determinação da evaporação do tanque de 20 m² (Y) em função do evaporação do tanque classe A (X); teste F, coeficiente de determinação (r²) e número de pares de dados (n).

Mês	Equação de Regressão	Testes dos Coeficientes		F	r ²	n
		a	b			
JAN	Y = 1,29 + 0,60 X	6,10***	18,12***	328,24***	0,59	230
FEV	Y = 1,07 + 0,65 X	4,26***	16,59***	275,14***	0,55	230
MAR	Y = 1,88 + 0,51 X	6,79***	10,65***	113,46***	0,32	238
ABR	Y = 1,68 + 0,50 X	6,59***	9,45***	89,35***	0,27	238
MAI	Y = 1,10 + 0,55 X	6,09***	12,46***	155,18***	0,42	214
JUN	Y = 1,35 + 0,42 X	8,35***	9,68***	93,63***	0,29	223
JUL	Y = 0,99 + 0,51 X	6,49***	15,07***	227,27***	0,50	226
AGO	Y = 1,07 + 0,52 X	5,26***	14,93***	222,80***	0,50	217
SET	Y = 0,63 + 0,64 X	2,74**	18,31***	335,20***	0,61	217
OUT	Y = 1,16 + 0,58 X	4,54***	16,38***	268,28***	0,53	237
NOV	Y = 1,54 + 0,55 X	6,00***	15,00***	224,87***	0,49	237
DEZ	Y = 1,22 + 0,59 X	4,79***	15,45***	238,80***	0,52	218

** - Significativo ao nível de 1%

*** - Significativo ao nível de 0,1%

QUADRO 2 - Equações de regressão para a determinação da evaporação do tanque de 20 m² (Y) em função da evaporação do tanque GGI-3000 (X); teste F, coeficiente de determinação (r²) e número de pares de dados (n).

Mês	Equação de Regressão	Testes dos Coeficientes		F	r ²	n
		a	b			
JAN	Y = 1,23 + 0,66 X	5,96***	18,72***	350,63***	0,59	244
FEV	Y = 1,00 + 0,73 X	4,59***	19,19***	368,40***	0,61	235
MAR	Y = 1,29 + 0,66 X	6,02***	16,16***	261,14***	0,52	246
ABR	Y = 1,42 + 0,60 X	6,77***	13,03***	169,87***	0,41	250
MAI	Y = 0,50 + 0,75 X	3,04**	17,64***	311,30***	0,56	236
JUN	Y = 0,71 + 0,64 X	4,64***	14,06***	197,68***	0,45	244
JUL	Y = 0,49 + 0,71 X	2,94**	17,03***	290,09***	0,53	250
AGO	Y = 0,57 + 0,68 X	3,14**	19,09***	364,38***	0,59	257
SET	Y = 0,32 + 0,76 X	1,26	25,20***	635,00***	0,72	249
OUT	Y = 0,82 + 0,69 X	3,95***	21,32***	454,40***	0,64	255
NOV	Y = 1,34 + 0,63 X	6,34***	19,35***	374,52***	0,61	249
DEZ	Y = 0,05 + 0,86 X	0,19	21,91***	480,28***	0,69	223

** - Significativo ao nível de 1%

*** - Significativo ao nível de 0,1%

QUADRO 3 - Equações de regressão para a determinação da evaporação do tanque de 20 m² (Y) em função da evaporação do tanque Young Screen (X); teste F, coeficientes de determinação (r²) e número de pares de dados (n).

MÊS	Equação de Regressão	Testes dos Coeficientes		F	r ²	n
		a	b			
JAN	Y = 1,37 + 0,63 X	6,71***	18,49***	341,87***	0,59	237
FEV	Y = 1,32 + 0,66 X	5,55***	16,35***	267,44***	0,53	230
MAR	Y = 2,11 + 0,48 X	9,88***	12,37***	153,09***	0,38	241
ABR	Y = 1,43 + 0,58 X	6,41***	11,99***	143,84***	0,37	244
MAI	Y = 1,13 + 0,58 X	6,73***	13,64***	186,15***	0,46	221
JUN	Y = 1,44 + 0,42 X	10,17***	10,16***	103,22***	0,31	225
JUL	Y = 1,00 + 0,56 X	7,69***	17,42***	303,35***	0,56	234
AGO	Y = 1,12 + 0,57 X	6,23***	16,09***	259,01***	0,52	247
SET	Y = 0,67 + 0,69 X	3,28**	20,15***	406,04***	0,62	237
OUT	Y = 1,16 + 0,62 X	5,42***	19,19***	368,13***	0,59	252
NOV	Y = 1,33 + 0,62 X	5,75***	17,52***	307,05***	0,56	240
DEZ	Y = 1,16 + 0,64 X	4,89***	16,86***	284,36***	0,56	222

** - Significativo ao nível de 1%

*** - Significativo ao nível de 0,1%

QUADRO 4 - Valores médios mensais da evaporação (mm) medida em diferentes evaporímetros no período de 1971 a 1980, em Jaboticabal, SP e razão entre a evaporação do tanque de 20 m² e a evaporação dos demais evaporímetros.

Mês	Tanque de 20 m ²	Tanque Classe A	GGI-3000	Young Screen	20 m ²	20 m ²	20 m ²
					Classe A	GGI-3000	Y. Screen
JAN	4,9	6,0	5,5	5,6	0,82	0,89	0,88
FEV	5,0	6,1	5,5	5,6	0,82	0,91	0,89
MAR	4,7	5,6	5,0	5,2	0,84	0,94	0,90
ABR	4,0	4,6	4,4	4,5	0,87	0,91	0,89
MAI	3,2	3,9	3,7	3,7	0,82	0,86	0,86
JUN	2,9	3,6	3,3	3,3	0,80	0,88	0,88
JUL	3,2	4,3	3,8	3,8	0,74	0,84	0,84
AGO	4,0	5,5	4,8	4,8	0,73	0,83	0,83
SET	4,6	6,1	5,4	5,5	0,75	0,85	0,84
OUT	5,2	6,9	6,1	6,2	0,75	0,85	0,84
NOV	5,2	6,7	6,1	6,2	0,78	0,85	0,84
DEZ	4,9	6,2	5,7	5,8	0,79	0,86	0,84
Ano	4,3	5,4	4,9	5,0	0,80	0,88	0,86

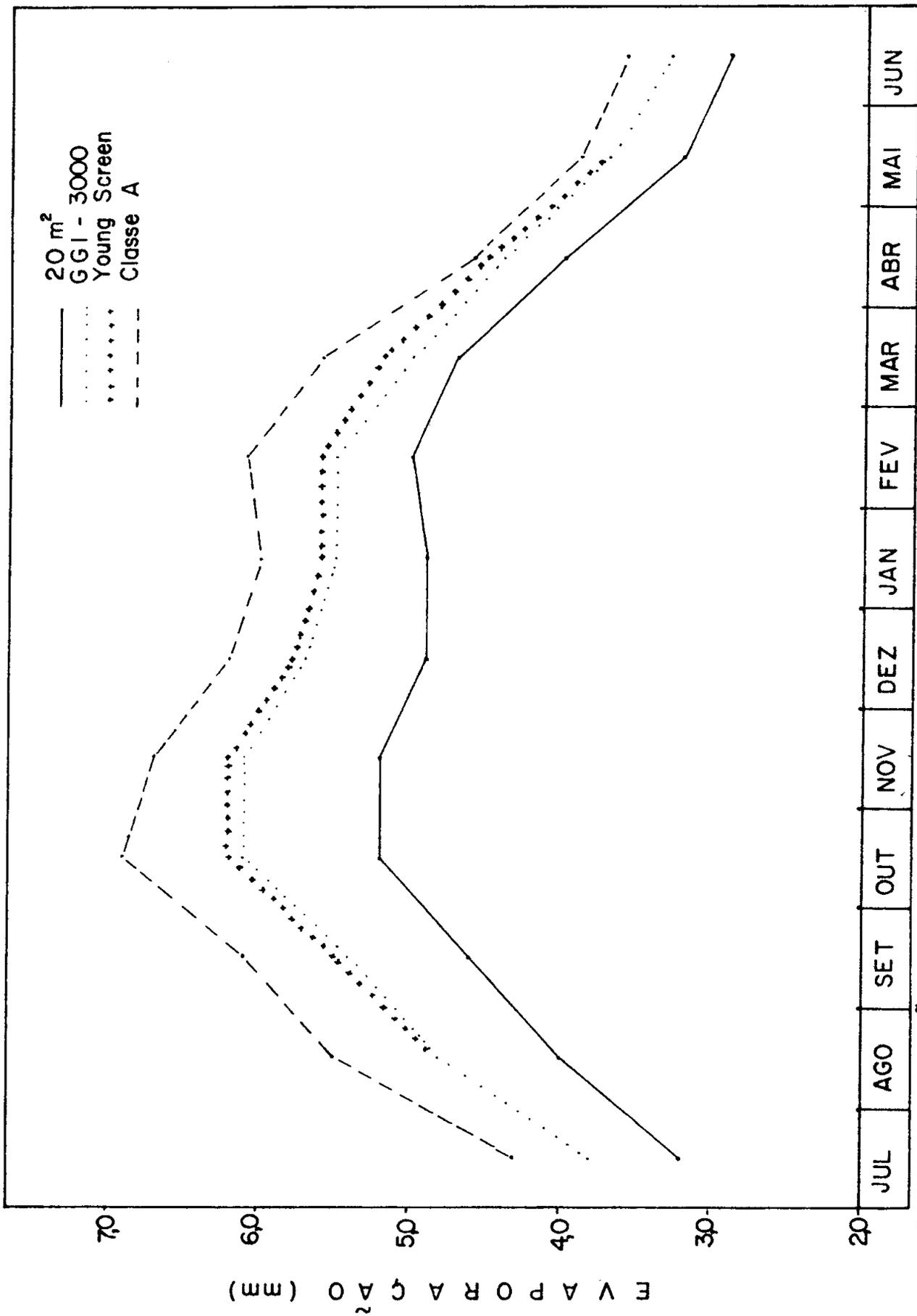


FIGURA I : Variação anual da evaporação medida nos tanques de 20m², GGI - 3000, Young Screen e Classe A, em JABOTICABAL, SP.

com os dados de OLIVEIRA (1974) obtidos para Piracicaba e os dados das estações de Valday e Duborka, publicados pela W.M.O. (1966). O fator médio anual de conversão 0,80 obtido para a Classe A é praticamente igual ao obtido por OLIVEIRA (1974) para Piracicaba (0,76), ao obtido na estação de Valday (0,77) e um pouco superior ao encontrado na estação de Duborka (0,68) (W.M.O., 1966). Por outro lado, o valor 0,88 encontrado para o GGI-3000 praticamente não diferiu do valor encontrado para o Young Screen (0,86), mas foi inferior ao fator estabelecido por OLIVEIRA (1974) (0,95), ao encontrado na estação de Valday (0,96) e superior ao fator encontrado na estação de Duborka, URSS (0,82) (W.M.O., 1966).

As comparações efetuadas neste trabalho assim como as comparações feitas em outros países são importantes, mas com esses dados não é possível se chegar a uma firme conclusão a respeito do melhor evaporímetro. Entretanto, parece que os dados obtidos pelos tanques enterrados são usualmente mais próximos da evaporação do lago ou do tanque de 20 m² do que aqueles obtidos pelos tanques montados acima da superfície. Isso se deve ao fato de que, nos tanques enterrados, as características aerodinâmicas e de radiação se aproximarem mais daquelas de um lago. Por outro lado, os tanques enterrados, oferecem certas desvantagens como a dificuldade de detectar vazamentos e a tendência ao acúmulo de lodo e sujeiras, além de exigir cuidados extras com a vegetação que o cerca e que cobre o solo uma vez que pode afetar significativamente o movimento do ar sobre o tanque.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e discutidos nos parágrafos anterior as conclusões são as seguintes:

1) Enquanto não se proceder a um estudo mais completo da evaporação de superfícies livres d'água, considerando-se os principais fatores que governam o fenômeno da evaporação, as correlações entre evaporímetros e o tanque de 20 m² são de grande utilidade, pois permitem corrigir uma série de dados tornan-

do-os úteis em estudos agronômicos e hidrológicos.

2) As equações de regressão linear estabelecidas para descreverem a evaporação diária para cada mês do tanque de 20m² em função dos tanques Classe A, GGI-3000 e Young Screen apresentaram valores pequenos de coeficientes de determinação (r^2).

3) A evaporação do tanque GGI-3000 praticamente não diferiu daquela do Young Screen, e seus valores foram mais próximos a evaporação do tanque de 20 m² do que a evaporação do tanque Classe A.

4) A razão entre a evaporação do tanque de 20 m² e os demais variou durante os meses de 0,73 a 0,83 para o tanque Classe A, com um valor médio anual de 0,79; de 0,81 a 0,92 para o GGI-3000, com um valor médio anual de 0,86 e de 0,79 a 0,89 para o Young Screen com um valor médio anual de 0,85.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao Sr. Nilton Jesus de Souza, pela ajuda na elaboração dos cálculos; à Srta. Maria Iolanda Claudino, pelo serviço de computação e às Srtas. Maria José Servidone e Maria de Lourdes Moretto, pelo serviço de datilografia.

REFERÊNCIAS

- BRUTSAERT, W. Evaporation into the atmosphere. D. Reidel Publishing Company., 1982. 299p.
- CUNHA, A.S. Coeficientes de conversão para evaporação e evapotranspiração potencial. Jaboticabal, FCAV-UNESP, 1973. (Trabalho de Graduação).
- DALE, R.F. & SCHEERINGA. The effect of soil moisture on pan evaporation. Agric. Meteor., 18:463-474, 1977.
- DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. Crop water requirements. Irrigation and drainage. Paper nº 24. FAO. ROMA. 1975. 179p.
- HOUNAM, C.E. Problems of evaporation assessment in the water balance. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. REPORT Nº 13. GENEVA., 1971. 80 p.

- OLIVEIRA, A.S. Estudos comparativos da evaporação potencial estimada por tanques e pelo método de Penman . Tese de Livre Docência. USP. Piracicaba, 1971. 91 p.
- TAN, C.S. & FULTON, J.M. Ratio between evapotranspiration of irrigated crops from floating lysimeters and class A pan evaporation. Can. J. Plant. Sci., 60:197-201, 1980.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (W.M.O.) Guide to Meteorological Instrument and Observing Practices. 1971. (W.M.O. Nº 8, TP. 3).
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (W.M.O.). Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration. Report of Working Group on Evaporation measurements of the Commission for Instruments and Methods of Observation. Geneva, 1966 (W.M.O. n° 201, TP. 105, TECHNICAL NOTE Nº 83).119p.