

RELAÇÕES ENTRE A EVAPORAÇÃO MEDIDA EM TANQUE DE 20 m² E EM TANQUE CLASSE A

Clovis Alberto VOLPE¹ e Alessandra Duarte de OLIVEIRA²

INTRODUÇÃO

A medida direta da evaporação da água requer a utilização de um reservatório (tanque) onde o nível da água possa ser medido com precisão. A diferença das alturas dos níveis da água em dias consecutivos indica o total evaporado no período. Em virtude da facilidade de medida da evaporação em tanques, esta tem sido utilizada para estimar a evaporação de lagos e até mesmo de culturas. Admite-se, desse modo, que existe correlação positiva entre a evaporação d'água do tanque e aquela do lago ou da superfície vegetada. Para o caso de superfície vegetada, alguns cuidados devem ser tomados na exposição do tanque para que a medida no tanque represente, da melhor maneira possível, a perda de água pela vegetação (PEREIRA et al., 1997).

Os tanques, em associação com estações climatológicas, têm produzido uma enorme quantidade de dados, os quais são usados na determinação da evaporação de lagos (WMO, 1971) e na determinação da evapotranspiração de um grande número de culturas (DOORENBOS & PRUITT, 1975; ALLEN et al., 1998). 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, ou de um tanque com diâmetro igual ou superior a 3,60 m, 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 necessita de bastante atenção, uma vez que devemos considerar a rugosidade aerodinâmica da cultura, além da energia armazenada na água dos tanques (HOUNAM, 1971).

No Brasil, OLIVEIRA (1971) comparou a evaporação de vários tanques utilizando dados de evaporação de um e dois anos, respectivamente, e VOLPE et al. (1983), com dados de dez anos, compararam a evaporação dos tanques Classe A, GGI-3000, Screened sunken (Young) e Padrão (20 m²). 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 evapotranspiração 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 (GANGOPADHYAYA et al., 1966; TAN & FULTON, 1980).

Em vista do exposto este trabalho tem como objetivos:

- estabelecer, através de análise de regressão linear, correlações entre a evaporação diária média mensal medida em dois diferentes tipos de tanques de evaporação;
- determinar a variação da evaporação diária média mensal durante o ano, nos dois tipos de tanques;
- determinar os coeficientes de tanque mensal e anual, definidos como a razão entre a evaporação do tanque de

20 m² (de maior área) e a evaporação do tanque Classe A.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Estação Agroclimatológica do Campus de Jaboticabal (UNESP), que apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 21°15'22" S, 48°18'58" W e altitude de 595m. Os dados utilizados referem-se as leituras diárias do nível de água em tanques de 20 m² (P) e Classe A (CLA) por um período de 31 anos, de 1971 a 2001. Os tanques encontram-se em uma área plana, devidamente gramada e sem obstáculos que possam influenciar nas leituras. Não foram computados os dias em que a água transbordou, devido ao excesso de chuvas, em cada um dos tanques.

Os tanques apresentam as dimensões e características de construção e montagem recomendadas pela Organização Meteorológica Mundial.

As leituras do nível da água nos quatro tanques e da precipitação, quando ocorreu, foram efetuadas por volta das 7:00 horas local. Os dados referentes às precipitações foram obtidos através de um pluviômetro tipo Ville de Paris, 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 24 horas.

Com os dados diários da evaporação obtidos nos tanques efetuaram-se os estudos de correlação para cada mês, entre o tanque de 20 m² e o Classe A. Aplicou-se então o teste F da análise de variância para regressão linear, determinou-se o coeficiente de determinação (R^2) e o coeficiente de variação (CV). Foram também calculadas as relações entre o tanque de 20 m² com o Classe A. Para isto utilizou-se o pacote estatístico SAS (1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As equações das retas obtidas nas correlações mensais entre os dados diários da evaporação do tanque de 20m² (padrão) e o tanque Classe A são capazes de responder significativamente por uma porcentagem pequena da variação experimental, principalmente nos meses menos chuvosos, como mostram os resultados da Tabela 1. Pode-se descrever a evaporação do tanque de 20 m² em função do tanque Classe A através das equações apresentadas, embora em alguns meses, o coeficiente de determinação seja pequeno (R^2). Isto significa que outros fatores, como velocidade do vento e déficit de pressão de vapor, devam ser considerados nas correlações.

Analisando-se os dados da Tabela 1, observa-se que no mês de maio não houve correlação entre a evaporação do tanque de 20 m² e a evaporação do tanque Classe A. Na Figura 1, observa-se que para todos os meses do ano, a taxa de evaporação média foi superior para o tanque Classe A quando comparado ao padrão.

O coeficiente de tanque, ou a razão entre a evaporação média diária mensal do tanque de 20m² e o tanque Classe A, variou de 0,64 a 0,83 (Tabela 2). Os

¹ Professor Adjunto do Departamento de Ciências Exatas/UNESP-Jaboticabal/SP, cavolpe@fcav.unesp.br

²Aluna de Doutorado na Produção Vegetal/UNESP-Jaboticabal/SP, aduarte@fcav.unesp.br

valores para cada tanque variaram em função do mês, e essa variação está em concordância com os dados de OLIVEIRA (1971) obtidos para Piracicaba, e os dados das estações de Valday e Duborka, publicados em GANGOPADHYAYA et al. (1966). O coeficiente médio anual de 0,75 obtido para o Classe A é, praticamente, igual ao obtido por OLIVEIRA (1971) para Piracicaba (0,76), ao obtido na estação de Valday (0,77) e um pouco superior ao encontrado na estação de Duborka (0,68) (GANGOPADHYAYA et al., 1966).

KOHLER, NORDENSON, BAKER, citados por HOUNAM (1973), avaliaram a variação geográfica do coeficiente do tanque Classe A nos Estados Unidos. Eles encontraram altos valores de coeficientes ($\approx 0,80$) associados a regiões de alta umidade do ar e baixa radiação solar. Em regiões de clima quente e seco, o coeficiente pode apresentar valores tão baixos como 0,60.

A maneira direta de contornar o problema da variabilidade geográfica é através de determinação local ou regional do coeficiente de tanque. Outra aproximação é ajustar a evaporação do tanque em função das condições locais e utilizar um coeficiente médio; esse é o método indicado pela Organização Meteorológica Mundial (BERLATO & MOLION, 1981).

O valor médio diário anual da evaporação no Tanque de 20 m² foi de 4,32 mm d⁻¹, variando de 2,76 mm d⁻¹, no mês de junho, a 5,34 mm d⁻¹, nos meses de novembro e dezembro. No tanque Classe A, a evaporação média diária anual foi de 5,80 mm d⁻¹, variando de 3,84 mm d⁻¹, no mês de junho, a 7,40 mm d⁻¹, no mês de outubro.

Tabela 1. Equações de regressão linear entre a evaporação (mm d⁻¹) do tanque de 20m² (Y) e a evaporação (mm d⁻¹) do tanque Classe A (X); teste F, coeficiente de determinação (R²) e coeficiente de variação (CV).

MÊS	EQUAÇÃO	F	R ²	CV
JAN	Y=1,35+0,55X	37,95**	0,61	9,55
FEV	Y=1,99+0,47X	17,13**	0,42	9,57
MAR	Y=2,08+0,44X	12,48**	0,33	8,21
ABR	Y=2,15+0,39X	11,80**	0,33	7,79
MAI	Y=2,63+0,16X	1,38 ^{ns}	0,05	8,63
JUN	Y=1,13+0,42X	14,27**	0,37	9,39
JUL	Y=1,69+0,32X	13,94**	0,37	7,95
AGO	Y=1,36+0,41X	35,51**	0,60	7,63
SET	Y=1,00+0,53X	123,67**	0,84	6,00
OUT	Y=1,37+0,51X	134,39**	0,85	5,03
NOV	Y=2,60+0,38X	32,60**	0,60	6,13
DEZ	Y=1,10+0,60X	74,31**	0,76	6,37

* significativo a 1% ns não significativo

Tabela 2. Valores médios diários de evaporação (mm d⁻¹) medida em diferentes evaporímetros para cada mês, no período de 1971 a 2001, em Jaboticabal, SP e razão entre a evaporação do tanque de 20 m² e a evaporação do tanque Classe A.

MÊS	Tanque de 20 m ² (P)	Classe A (CLA)	P/CLA
JAN	4,78	6,21	0,77
FEV	4,95	6,26	0,79
MAR	4,61	5,76	0,80
ABR	4,10	5,02	0,82
MAI	3,30	4,01	0,82
JUN	2,76	3,84	0,72
JUL	3,20	4,69	0,68
AGO	3,81	5,99	0,64
SET	4,54	6,70	0,68
OUT	5,15	7,40	0,70
NOV	5,34	7,24	0,74
DEZ	5,34	6,47	0,83
MÉDIA	4,32	5,80	0,75

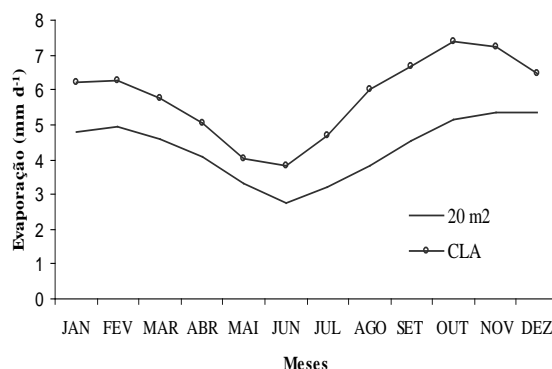


Figura 1. Variação da evaporação média diária mensal medida em diferentes tanques ao longo do ano em Jaboticabal, SP.

CONCLUSÕES

Independentemente do mês, a evaporação do tanque Classe A foi superior ao tanque de 20 m². De maneira geral, observa-se, através da análise de regressão, em alguns meses, pequenos valores dos coeficientes de determinação entre a evaporação mensal dos dois tanques, devido às suas dimensões e exposições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D., et al. **Crop evapotranspiration**. Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 299p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BERLATO, M. A.; MOLION, L. C. B. **Evaporação e evapotranspiração**. Porto Alegre: IPAGRO, 1981, 95p. (Boletim Técnico)
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. Irrigation and drainage. Paper n° 24, FAO, ROMA, 1975, 179p.
- GANGOPADHYAYA, M.; HARBECK, G. E.; NORDENSON, T. J.; OMAR, M. H.; ORYVAEV, V. A. **Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration**. Geneva, WMO. 1966. 121p. (Technical Note, 83).
- HOUNAM, C. E. **Problems of evaporation assessment in the water balance**. Geneva, WMO. 1971, 80p. (Technical Note, 13).
- HOUNAM, C. E. **Comparison between pan and lake evaporation**. Geneva, WMO. 1973, 52p. (Technical Note, 126).
- OLIVEIRA, A. S. **Estudos comparativos da evaporação potencial estimada por tanques e pelo método de Penman**. Piracicaba: USP, 1971, 91p, Tese (livre docência), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1971.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 183p., 1997.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. 5.ed. Cary, 1990. v.1, 956p.
- TAN, C. S.; FULTON, J. M. Ratio between evapotranspiration of irrigated crops from floating lysimeters and Class A pan evaporation. **Can. J. Plant. Sci.** v.60, p.197-201, 1980.
- VOLPE, C. A.; ANDRÉ, R. G. B.; VALARELLI, J. P. Comparação da evaporação medida em diferentes evaporímetros e em tanque padrão (20 m²). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3, 1983, Campinas, **Anais...** Campinas:IAC, 1983, p.191-203.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). **Guide to meteorological instrument and observing practices**. 1971,355p. (WMO n° 8, TP,3).