

ANÁLISE DO COEFICIENTE (Kp) DO TANQUE “CLASSE A”

Gertrudes Macario de Oliveira¹, Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão², Ted Johnson Vasconcelos Leitão³

ABSTRACT - The present study based on research conducted in the areas of the Cariri and Sertão of Paraíba, Brazil, more specifically in the cities of Boqueirão (lat. 07° 29'S; long. 36° 07'W; alt. 380m) and Patos (lat. 07° 01'S; long. 37° 17'W; alt. 250m), in the period of April 01 to December 31, 2002. The two mentioned cities are separate for the Plateau of Borborema and distant one of the other about 140 km. The research had as objective to analyze the efficiency of the coefficient (Kp) of the pan class A traditionally used (0,70) to estimate the evaporation in the mentioned regions, as well as to study the viability of the use of another types of tanks evaporimetric, more appropriate the semi-arid region and of low cost. The results showed that the coefficient 0,70 instead of correcting, contributed to underestimate the evaporation obtained in the pan class A, producing larger underestimate during the humid period. Also, was verified that the use of tubular tanks of cement represents a more natural condition and a more precise alternative to measure evaporation than the tank class A, with very smaller costs.

INTRODUÇÃO

O coeficiente do tanque classe A para uma região semi-árida, não necessariamente é o mesmo para locais com diferentes características climáticas. Isto é, em termos de incidência de radiação solar, condições de umidade do ar, ação do vento e temperatura do ar, entre outras características associadas ao micro-clima de cada local. Por outro lado, a utilização do valor 0,7 indiscriminadamente como coeficiente do tanque classe A (Kp) para qualquer outra região, com condições climáticas muito diferentes daquelas onde este tanque foi desenvolvido e testado não é correto. É necessário que o Kp seja avaliado e ajustado, para cada local, afim de que erros graves não sejam cometidos no planejamento do uso da água disponível nos reservatórios.

De acordo com a Organização Meteorológica Mundial - WMO (1966), o coeficiente de tanque usado para estimar evaporação em lago é afetado pelo regime climático e varia de tanque para tanque e de um ambiente árido para um ambiente úmido. Um método para avaliar estas variações climáticas segundo a WMO (1966), é a condução de comparações em experimento de campo usando tanques grandes, em vários locais, para detectar as diferenças geográficas no coeficiente anual que relaciona a evaporação tanque - lago. BRUTSAERT & YEH (1970) afirmam que o valor de 0,7 do coeficiente do tanque Classe A encontrado para o oeste dos Estados Unidos pode variar para lagos específicos e diferentes estações do ano, bem como, que é impossível prever a evaporação de lagos a partir da evaporação de tanques, sem que sejam feitas medidas de fatores físicos adicionais. MORTON (1983) comenta que coeficientes de tanque devem ser menores para lagos em regiões áridas do que em

regiões úmidas. Contudo, considerando a infinita variedade de ambientes terrestres e o pouco conhecimento de como eles influenciam as observações, será sempre duvidoso o uso de coeficientes ou técnicas de um ambiente de lago para outro. SILVA (2000) verificou que dependendo da época do ano, o tanque Classe A pode subestimar a evaporação real em até 20%, situação que pode levar a erros no planejamento do uso da água e na operação de reservatórios. Este estudo tem como objetivo mostrar que o uso de coeficientes (Kp) do tanque classe A adequados, para as regiões do cariri e sertão da Paraíba, pode proporcionar estimativas mais precisas da evaporação e contribuir para tornar mais eficiente o planejamento dos recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no período de 01 de abril a 31 de dezembro de 2002, em duas áreas experimentais: açude Epitácio Pessoa em Boqueirão - PB (lat. 07° 29'S; long. 36° 07'W; alt. 380m), na região do Cariri; e açude Jatobá em Patos - PB (lat. 07° 01'S; long. 37° 17'W; alt. 250m), na região do Sertão. Essas duas áreas estão separadas pelo Planalto da Borborema e distantes, cerca de 140 km. Foram instalados em cada área experimental, além do tanque padrão de 20m² (TPa) e 2,0m de profundidade, recomendado pela WMO para estimar evaporação em lagos e do tanque classe A (TCA), padrão recomendado pela WMO para medir evaporação em estações meteorológicas, dois tanques tubulares de cimento: um com 1,8m² de área e 1,0m de profundidade (TC1) e outro também, com 1,8m² de área, porém com 0,5m de profundidade (TC2). Os tanques tubulares de cimento foram escolhidos por terem custo baixo e representarem uma condição mais natural do ambiente do que o TCA, pois, são enterrados, se aquecem menos e têm lâmina d'água mais profunda. Os tanques TC1 e TC2, bem como o TPa, foram enterrados para que suas bordas ficassem a 7,5 cm acima da superfície do solo e impermeabilizados para que não tivessem perdas nas laterais ou no fundo.

Para padronizar o nível da água, em todos os tanques diariamente, o nível da água era repostado, ou rebaixado afim de que ficassem sempre a 5cm da borda superior. As áreas experimentais foram gramadas e cercadas para impedir a entrada até mesmo de pequenos animais e suas conseqüentes ações sobre os tanques e demais instrumentos.

Para avaliar a performance dos tanques TC1, TC2 e TCA, tomou-se como base medidas de evaporação diárias e efetuaram-se regressões lineares, a fim de encontrar as relações entre esses três tipos de tanque e o tanque padrão (TPa). Para tanto, consideraram-se três períodos distintos: o período úmido e frio (Pfrio), o período quente (Pquente) e o período completo de dados (Ptotal). Para Boqueirão, o

¹ Dra. em Recursos Naturais. gmacariodeoliveira@yahoo.com.br

² Prof. Dr. UNIVASF. Av. Tancredo Neves, 100, Centro, CEP 56306-410, Petrolina, PE. mario.miranda@univasf.edu.br

³ Prof. Substituto - CEFET/Senhor do Bonfim/BA. Ted.Johnson@hotmail.com

Pfrio compreendeu o período de abril a julho e o Pquente, o período de agosto a dezembro; para Patos, o Pfrio compreendeu o período de abril a junho e o Pquente, o período de julho a dezembro; o Ptotal compreendeu o período de abril a dezembro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados: o coeficiente de tanque (Kp), o erro padrão de estimativa (EPE), e o coeficiente de determinação (R^2) para cada tanque em Boqueirão, nos três períodos mencionados. Observa-se que no Pfrio, os coeficientes Kp de todos os tanques foram elevados (TC1 e TC2 = 0,98; TCA = 0,90). Isto está associado a um menor déficit de umidade do ar, devido a maior concentração de vapor d'água na atmosfera, já que, tratava-se do período chuvoso. Deste modo, a evaporação nos tanques TC1, TC2 e TCA, mostrou-se bem próxima daquela observada no tanque padrão TPa. Estes resultados também indicam que durante o período frio, o Kp do TCA foi bem maior do que o valor tradicional de 0,70. Por outro lado, verifica-se na Tabela 1 que no período quente, enquanto os coeficientes Kp dos tanques TC1 e TC2 foram iguais a 0,97 e 0,95 respectivamente, o Kp do TCA foi igual a 0,79. Ou seja, a medida em que o ar e a água dos tanques começaram a esquentar e o déficit de umidade do ar, aumentar, os efeitos sobre o TCA foram mais acentuados do que nos demais tanques. No Pfrio, TC1 e TC2 apresentaram o mesmo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,98$), e o TCA apresentou valor bem próximo ($R^2 = 0,96$). Já para o Pquente e Ptotal, o tanque TC1 foi o que apresentou o melhor coeficiente de determinação, ($R^2 = 0,96$ e $0,98$); TC2 ($R^2 = 0,94$ e $0,97$) e o TCA os menores coeficientes ($R^2 = 0,86$ e $0,91$).

Na tabela 2 são apresentados os mesmos parâmetros da tabela 1 para Patos, durante os períodos Pfrio, Pquente e Ptotal. Observa-se que da mesma forma que ocorreu em Boqueirão, também em Patos no Pfrio, os coeficientes Kp de todos os tanques foram elevados (TC1 = 0,99; TC2 = 0,98; e TCA = 0,92). Isso ocorreu devido ao menor déficit de umidade do ar e conseqüentemente, maior concentração de vapor d'água na atmosfera, já que, tratava-se do período chuvoso. Assim, a evaporação nos tanques: TC1, TC2 e TCA apresentou valores bem próximos daqueles observado no tanque padrão.

Observa-se na Tabela 2, que no período frio o Kp do TCA, foi bem maior do que o valor normalmente adotado 0,70. Verifica-se também que no Pquente, enquanto os coeficientes Kp dos tanques TC1 e TC2 foram iguais a 0,94 e 0,95 respectivamente, o Kp do tanque Classe A foi igual a 0,78. No Ptotal, enquanto o Kp do TC1 foi igual a 0,95 e do TC2 a 0,96, o do Classe A foi 0,80. No período frio verifica-se que os tanques TC1 e TC2, também tiveram coeficientes de determinação elevados ($R^2 = 0,97$), bem como, o tanque Classe A ($R^2 = 0,95$).

Portanto, os dados indicam que tanto em Boqueirão como em Patos, em nenhum dos períodos estudados, o valor médio do coeficiente (Kp) do tanque Classe A, assumiu o valor tradicionalmente adotado de 0,70, principalmente no período frio e úmido, em que apresentou valor elevado tanto em Boqueirão (0,90) como em Patos (0,92). Mesmo no período quente, o menor Kp observado foi 0,79 em Boqueirão e 0,78 em Patos, o que supera o valor rotineiramente usado em mais de 10%. Deste modo, nem no verão, período em que o Kp teoricamente assume o menor valor, o coeficiente 0,70 foi observado nas áreas estudadas. Finalmente, verifica-se que tanto em Boqueirão como em Patos, nos três períodos (Pfrio, Pquente e Ptotal), a evaporação medida no tanque Classe A ao ser multiplicada por 0,70 passa a subestimar a evaporação real. Assim, conclui-se que os tanques tubulares de cimento, TC1 e TC2, além de representar uma alternativa mais precisa para medir evaporação, têm custo bem menor, já que o custo médio desse tipo de tanque representa cerca de 15% do valor do tanque classe A.

REFERÊNCIAS

- Brutsaert, W., Yeh, GT. Implications of a type of empirical evaporation formula for lakes and pans. *Water Resources Research*, v.6, n.4, p.1202-1208, 1970.
- Morton, F.I. Operational estimates of lake evaporation. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, n.66, p. 77 – 100, 1983.
- Silva, A. S. L. Uso de tanque de cimento amianto como alternativa para medir a evaporação. Dissertação de Mestrado, DCA – CMM TD N° 04, UFPB, Campina Grande, PB, 93 p., 2000.
- WMO. Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration. WMO-No.201, TP.105, Geneva, 121 p, 1966.

Tabela 1. Coeficiente de tanque (Kp), erro padrão de estimativa (EPE) e coeficiente de determinação (R^2) para os períodos: úmido e frio (Pfrio), quente (Pquente) e total (Ptotal) em Boqueirão, Paraíba.

Tanque	Pfrio			Pquente			Ptotal		
	Kp	EPE	R^2	Kp	EPE	R^2	Kp	EPE	R^2
TC1	0,98	0,19	0,98	0,97	0,22	0,96	0,97	0,21	0,98
TC2	0,98	0,22	0,98	0,95	0,28	0,94	0,96	0,27	0,97
TCA	0,90	0,28	0,96	0,79	0,45	0,86	0,81	0,49	0,91

Tabela 2. Coeficiente de tanque (Kp), erro padrão de estimativa (EPE) e coeficiente de determinação (R^2), para os períodos: úmido e frio (Pfrio), quente (Pquente) e total (Ptotal) em Patos, Paraíba.

Tanque	Pfrio			Pquente			Ptotal		
	Kp	EPE	R^2	Kp	EPE	R^2	Kp	EPE	R^2
TC1	0,99	0,18	0,97	0,94	0,36	0,94	0,95	0,34	0,96
TC2	0,98	0,18	0,97	0,95	0,36	0,94	0,96	0,32	0,97
TCA	0,92	0,22	0,95	0,78	0,52	0,88	0,80	0,61	0,88