

COMPARAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DA ÁGUA MEDIDA EM UM PEQUENO LAGO E EVAPORÍMETROS

GREICE XIMENA SANTOS OLIVEIRA¹, LUIZ ROBERTO ANGELOCCI²

¹ Engenheira Agrônoma, Professora substituta, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas, UFRB, Cruz das Almas/BA, (75) 3621 2120, gximena@gmail.com, ² Engenheiro agrônomo, Professor Associado, Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP, Piracicaba/SP, Bolsista CNPq

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG

RESUMO: Pela importância da temperatura da água na evaporação e considerando a possibilidade dos diferentes corpos apresentarem regimes térmicos diferentes, fez-se a comparação da temperatura da água de um pequeno lago artificial (7802 m²) em relação à de dois evaporímetros (Tanques Classe A e de 20 m²), em Piracicaba/SP, no período de maio de 1999 a julho de 2001 e em tanques evaporímetros, a 3,5 km distantes do lago, no período de 1999 a 2007. Foram instalados termopares de cobre-constantan dentro de um miniabrigo de PVC branco, para medida da temperatura da água do lago em três profundidades (0,01 m; 0,40 m e 1,00 m), um termopar fixado a 0,10 m do fundo do tanque Classe A e um termopar à profundidade oscilante entre 0,08 e 0,12 m no tanque de 20 m², em função da variação da lâmina de água. A temperatura média diária no tanque Classe A foi cerca de 7% menor em relação aos outros dois corpos d'água, mas nesse tanque a amplitude térmica diária foi muito maior do que nos outros dois corpos. A maior temperatura diurna da água no Classe A reflete o maior armazenamento de calor no período diurno nesse evaporímetro, o que contribui para o aumento da evaporação diária em relação aos outros dois corpos.

PALAVRAS-CHAVE: regime térmico, evaporação, corpos d'água

ABSTRACT: In view of the importance of water temperature in the evaporation and considering the possibility of different thermal regimes of water bodies, mainly when working with reservoirs or lakes and evaporimeters, a comparison of water temperature of two evaporimeters (Class A pan and 20 m² tank) and of a small artificial lake (area of 7802 m², depth varying from 0,40 m to 1,50 m) was performed in the campus Piracicaba, SP, Brazil. Copper-constantan thermocouples inside a mini-shelter of white PVC were installed to measure the temperature of lake water (depths 0.01 m, 0.40 m and 1.00 m). In the Class A pan, the thermocouple was fixed to 0.10 m from the bottom and in the 20 m² tank the thermocouple was located at a depth between 0.08 m 0.12 m, according to the variation in water level. The mean daily water temperature was lower about 7% in the Class A pan compared to the other two water bodies, but the thermal amplitude of water temperature in that evaporimeter was very large and its greater diurnal water temperature contributes to its greater evaporation rate when compared with the lake and 20 m² tank evaporation.

KEYWORDS: thermal regime, evaporation, water bodies

INTRODUÇÃO: A transferência da água da superfície terrestre para a atmosfera, passando do estado líquido ao gasoso, processa-se através da evaporação direta, por transpiração das plantas e dos animais e, em menor escala, por sublimação. Durante essa alteração do seu estado físico, a água absorve calor, armazenando energia solar na molécula de vapor. Dado o controle da energia solar no processo de evaporação, a água evapora durante os períodos mais quentes do dia e nas zonas mais quentes da Terra, principalmente nas regiões áridas e semi-áridas. No entanto, a rapidez com que ela evapora (taxa de evaporação) depende de vários fatores, além da disponibilidade de energia radiante, tais como: área da superfície evaporante, temperatura ambiente, pressão atmosférica, umidade do ar e vento. O regime térmico de corpos d'água situados no continente depende fundamentalmente do regime de energia radiante disponível e da propagação de calor na água, sendo o transporte de massa do próprio líquido a forma mais eficiente de propagação calorífica. A coluna de água pode ficar estratificada termicamente de diferentes formas, com padrões variáveis mesmo dentro de uma região, em função de elementos climáticos (ESTEVEZ, 1988). Em vista da importância da temperatura da água na evaporação e considerando a possibilidade dos diferentes corpos apresentarem regimes térmicos diferentes, comparou-se a temperatura da água de um pequeno lago em relação à água de dois evaporímetros, Tanques Classe A e de 20 m².

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado em um pequeno lago artificial de forma irregular, com superfície de 7802 m², com a maior dimensão de 110 m no sentido N-S, no campus "Luiz de Queiroz" da USP, em Piracicaba/SP (latitude 22° 42' 30" S, longitude 47° 38' 00" W e altitude 546 m), no período de maio de 1999 a julho de 2001. Os tanques evaporimétricos encontram-se distantes 2,0 km do lago na Estação Agrometeorológica da ESALQ/USP. Foram instalados no lago três termopares de cobre-constantan para medida da temperatura da água nas profundidades escolhidas de 0,01 m, 0,40 m e 1,00 m, instalando-se uma bóia na superfície do lago para acompanhamento da oscilação do nível d'água. As medidas foram armazenadas em "datalogger" Campbell CR 10, sendo as médias armazenadas a cada 15 minutos. Em cada tanque evaporimétrico foi instalado um termopar de cobre-constantan dentro de um mini-abrigo de tubo de PVC branco, com diâmetro de 254 mm, para proteção contra a incidência de radiação solar direta. No tanque Classe A o termopar foi fixado a 0,10 m do fundo do tanque, aproximadamente na altura média da lâmina de água, em função da variação dessa lâmina com a evaporação. No tanque de 20 m² o termopar permaneceu a uma profundidade oscilante entre 0,08 m e 0,12 m, de acordo com a variação do nível d'água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Comparou-se a temperatura medida no período de 1999 a 2007 nos evaporímetros e em 2001 no lago, sendo adotada nesse último a profundidade mais superficial (Figuras 1 e 2). Apesar das diferentes profundidades de medida nos três corpos (0,01 m e 0,05 m no lago; 0,05 a 0,10 m no tanque Classe A e 0,08 m a 0,12 m no tanque de 20 m²), para cada par de corpos foram encontradas relações com valores elevados de coeficiente de determinação, principalmente para a relação do tanque de 20 m² com o lago. Pelo fato do tanque Classe A ser exposto, a dispersão dos dados torna-se maior e o coeficiente angular se afasta do valor unitário quando se força a passagem da reta de ajuste pela origem dos eixos. Apesar da relação próxima de 1:1 obtida ao se trabalhar com temperatura média diária, com altos valores de R², são encontradas diferenças até maiores que 5°C entre esse evaporímetro e os outros corpos, em consequência das características de maior exposição de suas paredes à radiação e aos ventos e do menor tamanho desse evaporímetro, mas quando se compara a média diária, o tanque Classe A apresentou temperaturas 7% menores em relação

aos outros dois corpos d'água. Na comparação de sequências de 5 a 6 dias de medidas no primeiro semestre de 2001, nos dois evaporímetros e em duas profundidades no lago (0,05 m e 0,40 m), foi observada grande amplitude térmica diária no tanque Classe A, de 14 °C a 16 °C em qualquer um dos períodos analisados (Figuras 3a, 3b e 3c). As variações temporais da temperatura do tanque de 20 m² e do lago são mais concordantes entre si, evidenciando não existir um regime térmico acentuadamente diferenciado entre as camadas de água mais próximas à superfície nos dois corpos (Figura 3d), com diminuição gradual da temperatura ao longo do período, refletindo as condições de disponibilidade de radiação entre final de fevereiro e junho. As diferenças na flutuação da temperatura ao longo dos dias e do ano entre as duas profundidades no lago são coerentes com as observadas por Angelocci e Villa Nova (1995) nesse mesmo lago, com defasagem entre a ocorrência das temperaturas extremas nas duas profundidades, de acordo com o processo de transporte de calor e seu armazenamento no lago no dia, sendo que na época mais fria observa-se uma tendência da profundidade de 0,40 m ficar mais quente do que a temperatura da superfície. Por outro lado, quando se compara a temperatura da água do lago com a do tanque de 20 m², observa-se que a do evaporímetro tende a ser um pouco maior no período quente e um pouco menor no período frio. A maior temperatura da água no tanque Classe A durante o período diurno, em relação aos outros corpos d'água, reflete o maior armazenamento de calor no período nesse corpo d'água, em relação aos outros dois corpos, contribuindo para que o tanque menor e exposto à atmosfera tenha maior pressão de vapor d'água na superfície, o que contribui para a maior evaporação diária nele encontrada em relação ao tanque de 20 m² e o lago.

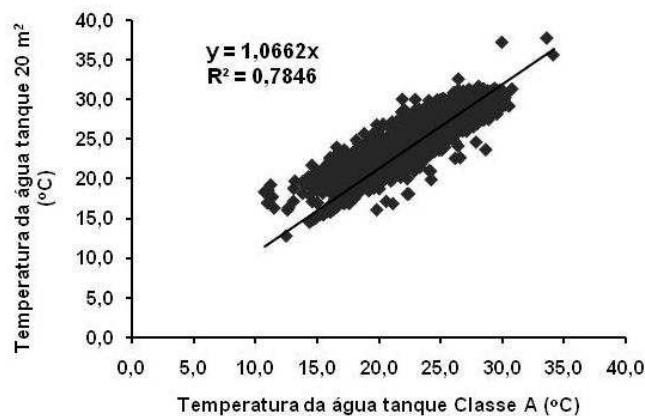


Figura1. Relações de temperatura média diária da água dos tanques Classe A e 20 m². Piracicaba, SP.

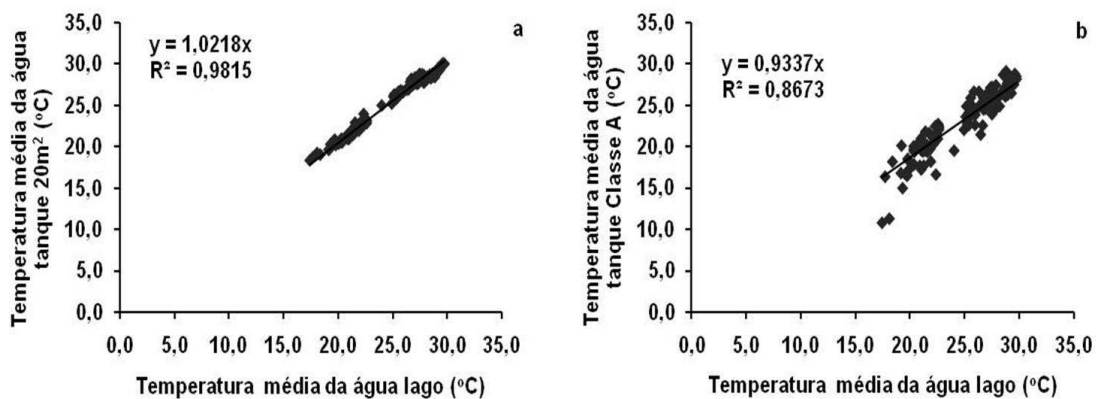


Figura 2. Relações entre a temperatura média diária da água do lago e água dos tanques: a) 20 m²; b) Classe A. Piracicaba, SP.

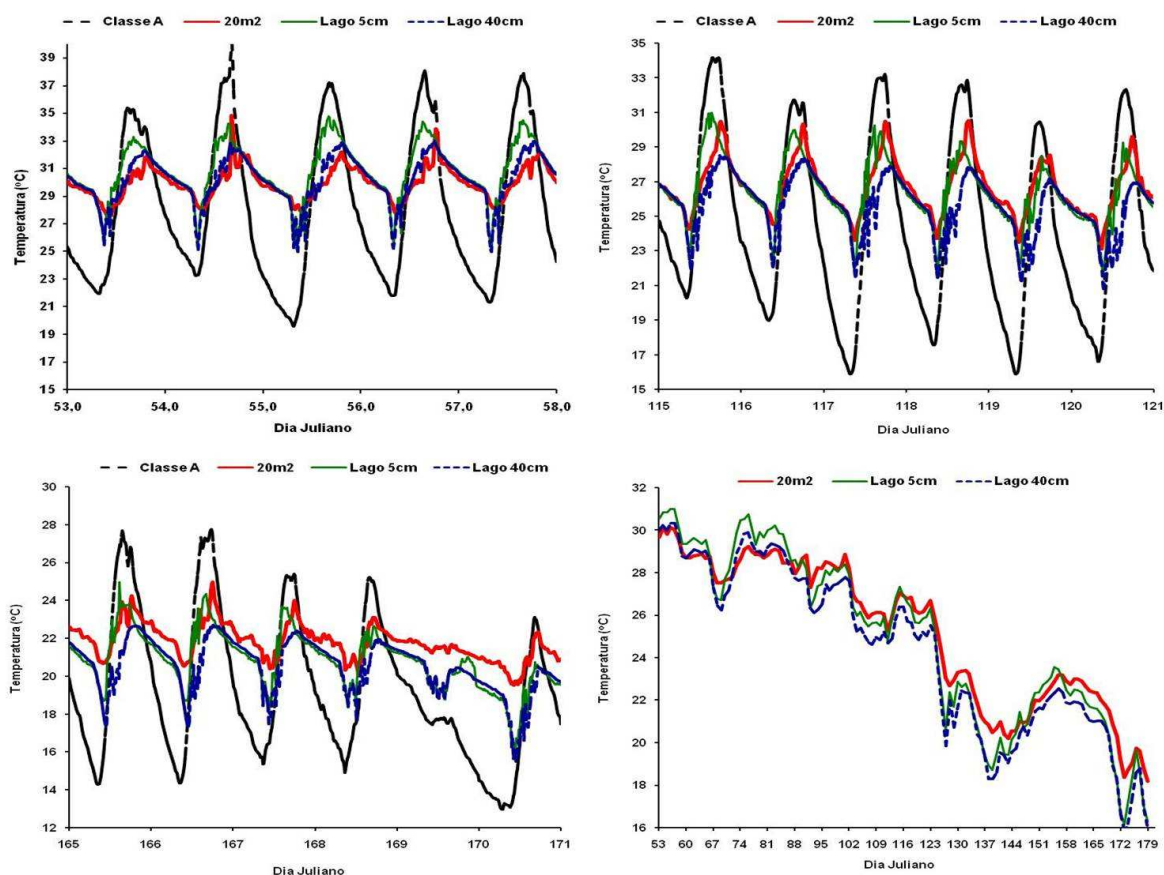


Figura 3. Variação da temperatura da água nos evaporímetros e no lago: curso diário nos dias julianos (DJ) 53 a 57 (a), DJ 115 a 120 (b), DJ 165 a 170 (c) e variação da temperatura média diária no tanque de 20 m² e no lago entre DJ 53 e 178.

CONCLUSÕES: A temperatura média diária da água apresentou relações próximas de 1:1 entre os três corpos d'água, sendo que a do tanque Classe A foi, em média, cerca de 7% menor que a dos dois outros corpos d'água; no tanque de 20 m² foi observada temperatura média 2% superior em relação à temperatura superficial do lago. As relações de temperatura e amplitudes térmicas diárias no Classe A foram superiores em relação aos outros corpos de água. A maior temperatura da água no Classe A no período diurno, refletindo o maior armazenamento de calor nesse tanque, eleva a pressão de saturação de vapor d' água da superfície evaporante em níveis acima aos corpos d'água do lago e do tanque de 20 m²; este é o grande fator contribuinte para a maior evaporação observada no primeiro tipo de evaporímetro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANGELOCCI, L. R.; VILLA NOVA, N. A. Variações da temperatura da água de um pequeno lago artificial ao longo do ano em Piracicaba-SP. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 52, n.3, p. 431-438, 1995.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. São Paulo: Intersciência/FINEP, 1988. 575p.