

DETERMINAÇÃO DA EVAPORAÇÃO EM CASA DE VEGETAÇÃO UTILIZANDO TANQUE REDUZIDO E ATMÔMETRO

Fátima Conceição Rezende¹; Dálcio Ricardo Botelho Alves²; Raquel Aparecida Furlan²; Karina Senna Passos²; José Antonio Frizzone²; Marcos Vinícius Folegatti²

¹Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, frezende@ufla.br

²Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo

1 RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo comparar a evaporação de um tanque reduzido (tanque classe A modificado, com 0,60 m de diâmetro) e a evapotranspiração de referência do Atmômetro de Bellani instalados em ambiente protegido cultivado com pimentão (*Capsicum annuum* cv. Mayata) e na estação Meteorológica, na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- ESALQ/USP, no município de Piracicaba – SP/Brasil. Os ambientes protegidos foram instalados no sentido Norte-Sul e localizados próximos à estação Meteorológica. A coleta de dados foi realizada diariamente entre 28/08/98 a 14/12/98 para obter a relação entre a evaporação e evapotranspiração em ambientes protegidos e em condições de campo, determinada com base em diferentes evaporímetros. Os dados obtidos com o uso do atmômetro, no interior do ambiente protegido, foram aproximadamente 25,00% inferiores aos da estação Meteorológica, resultando num coeficiente de correlação de 86,87%. No entanto, pelos dados de evaporação referente ao tanque reduzido constatou-se que em ambiente protegido os valores foram aproximadamente 57,00% inferiores aos da estação, com um coeficiente de correlação igual a 0,5859.

UNITERMOS: ambiente protegido, evaporímetros

REZENDE, F.C.; ALVES, D.R.B.; FURLAN, R.A.; PASSOS, K.S.; FRIZZONE, J.A.; FOLEGATTI, M.V. EVAPORATION DETERMINATION IN A CLOSED ENVIRONMENT, USING A REDUCED TANK AND AN “ATMOMETER”

2 ABSTRACT

O presente trabalho teve por objetivo comparar a evaporação de um tanque reduzido (tanque classe A modificado, com 0,60 m de diâmetro) e a evapotranspiração de referência do Atmômetro de Bellani instalados em ambiente protegido cultivado com pimentão (*Capsicum annuum* cv. Mayata) e na estação Meteorológica, na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- ESALQ/USP, no município de Piracicaba – SP/Brasil. Os ambientes protegidos foram instalados no sentido Norte-Sul e localizados próximos à estação Meteorológica. A coleta de dados foi realizada diariamente entre 28/08/98 a 14/12/98 para obter a relação entre a evaporação e evapotranspiração em ambientes protegidos e em condições de campo,

determinada com base em diferentes evaporímetros. Os dados obtidos com o uso do atmômetro, no interior do ambiente protegido, foram aproximadamente 25,00% inferiores aos da estação Meteorológica, resultando num coeficiente de correlação de 86,87%. No entanto, pelos dados de evaporação referente ao tanque reduzido constatou-se que em ambiente protegido os valores foram aproximadamente 57,00% inferiores aos da estação, com um coeficiente de correlação igual a 0,5859.

KEYWORDS: greenhouse, equipments

3 INTRODUÇÃO

Os riscos da produção agrícola, em épocas do ano pouco favoráveis, são parcialmente resolvidos com o uso de técnicas que propiciam o cultivo mediante alteração do microclima. Uma dessas técnicas refere-se a cobertura dos ambientes protegidos com agro-filmes. A utilização desses filmes permite a produção no inverno, pois condiciona um efeito estufa e viabiliza a produção em épocas chuvosas, com o efeito guarda-chuva (MARTINS et al., 1994). Quando essas alterações microclimáticas são adequadas torna-se possível a produção nas entressafras, contribuindo para a regularização da oferta e melhoria na qualidade dos produtos (ARRUDA et al., 1994).

O cultivo em ambiente protegido tem evidenciado viabilidade mas exige o monitoramento do clima propiciado pelo agro-filme, uma vez que o mesmo altera a radiação solar, a temperatura do solo e do ar, a umidade relativa do ar, a duração do período de molhamento e a evapotranspiração (SENTELHAS & SANTOS, 1995).

A evapotranspiração no interior da casa de vegetação, em geral, é menor do que a que se registra no exterior, sendo esse fato atribuído à parcial opacidade da cobertura à radiação solar e à redução da ação dos ventos, principais fatores de demanda evaporativa da atmosfera. A evapotranspiração no interior da casa de vegetação quase sempre varia de 60-80% da verificada no seu exterior (PRADOS, 1986, citado por FARIAS et al., 1994).

A intensidade da evaporação em casa de vegetação pode ser menor do que a céu aberto. Teodoro (1986) registrou uma média

diária de evaporação no tanque Classe A de 4,6 mm/dia no interior da casa de vegetação e de 5,6 mm/dia em condições de campo. De acordo com Martins (1992), a evaporação em casa de vegetação com cobertura plástica foi da ordem de 78% daquela medida fora da mesma. Essa diferença é justificada uma vez que o tanque Classe A integra o efeito da radiação solar, do vento, da temperatura e da umidade relativa do ar, sendo que, em condições de campo, a circulação do ar não encontra obstáculos. Por outro lado, em casa de vegetação, a velocidade do vento é praticamente zero e essa variável interfere no balanço de energia que também é reduzido, em função das propriedades de absorção e reflexão da cobertura plástica. Alves & Klar (1996) verificaram que a evaporação medida pelo tanque Classe A dentro e fora de túnel foi sensivelmente mais baixa do que a do tanque fora dela, numa proporção significativa de 93%. Medeiros et al. (1997) verificaram que, em média, a evaporação na casa de vegetação foi de 47% da evaporação externa.

O custo de construção de uma casa de vegetação é elevado e por isto exige a maximização do uso da área cultivada e a substituição de alguns equipamentos tais como o tanque Classe A convencional por outro que ocupe menor espaço e possibilite aumentar a área cultivada. Porém, esta substituição poderia alterar os valores de evaporação e portanto, tem sido realizados estudos com o objetivo de comparar a evaporação entre o tanque Classe A tradicional e o tanque reduzido em ambiente protegido e a céu aberto. Neste sentido Medeiros et al. (1997) compararam a evaporação do tanque Classe A com a do tanque reduzido, na estufa e na estação meteorológica, e verificaram que a evaporação

no tanque reduzido foi em média 15% a mais do que o tanque Classe A.

Law & Israeli (1988) citados por Law (1990), realizaram um estudo, para verificar teórica e empiricamente, a viabilidade do atmômetro modificado para estimativa da evapotranspiração de referência da alfafa. O estudo revelou que o albedo da cultura e a resistência ao fluxo de vapor de água foram satisfatoriamente simulados, quando a cápsula porosa foi coberta com a lona especial de cor verde. A condutividade hidráulica da cápsula não limitou a evaporação sob condições de elevada demanda evaporativa e a quantidade de vapor de água, concentrada entre a lona e a cápsula, era praticamente idêntica àquela encontrada nas cavidades estomatais das folhas da alfafa. Na segunda etapa do estudo, a evapotranspiração estimada por quatro atmômetros foi comparada ao método de Penman. Verificou-se que a variação entre os atmômetros instalados juntos uns aos outros foi pequena e que a evapotranspiração estimada pelo atmômetro e pelo método de Penman foram similares. A variabilidade entre os aparelhos em períodos chuvosos foi grande a qual pode ser devida, principalmente, ao mal funcionamento das válvulas de retenção dos atmômetros.

Pereira & Coelho (1992) conduziram um experimento em condições de campo em Piracicaba-SP, visando avaliar o comportamento de um atmômetro modificado, comparando a evapotranspiração do atmômetro com a evapotranspiração de referência estimada pela equação de Penman no período de abril a outubro de 1991. Obtiveram um coeficiente K_a , definido como a relação entre a evapotranspiração potencial estimada pelo método de Penman e a evapotranspiração do atmômetro, em torno de 1,04, com coeficientes de variação de 18% para evapotranspiração de referência entre 2,0 e 6,5 mm/dia. Os autores concluíram que, nas condições estudadas, o atmômetro modificado subestima a evapotranspiração de referência em torno de 4%. Citam também que uma possível variabilidade da evapotranspiração do atmômetro comparada à evapotranspiração obtida pela equação de Penman, pode ser

devida à precisão limitada do aparelho (0,5 mm).

Pereira et al. (1994) compararam a evapotranspiração obtida de atmômetros modificados com a evaporação medida com tanque Classe A e com a evapotranspiração potencial estimada pelo método de Penman, em Piracicaba-SP, utilizando quatro atmômetros: um aparelho com precisão de leitura de 0,5 mm (comercializado) e três aparelhos com escala de leitura ampliada, possibilitando leitura com precisão de 0,15 mm. Fizeram comparações através de regressão linear e observaram que os atmômetros com escala de leitura ampliada apresentaram boa correlação com a evapotranspiração de referência e evaporação do tanque Classe A, para diferentes períodos estudados e que, nos dias de chuva, os aparelhos apresentaram dados inconsistentes, devido a entrada de água no reservatório.

Este trabalho teve como objetivo comparar os valores da evaporação no tanque reduzido e a evapotranspiração de referência através do atmômetro de Bellani modificado, instalados em ambiente protegido e na estação meteorológica.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Areão pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-ESALQ/USP, no município de Piracicaba/SP (22°44’30” S, 47°30’00” W, 576 m.), no período compreendido entre 28/08/98 e 14/12/98. Os tanques reduzidos e atmômetros foram instalados em uma casa de vegetação e na Estação Meteorológica localizada próxima a casa de vegetação.

A Estação Meteorológica está localizada a 200 m da casa de vegetação e tem toda superfície vegetada com grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge), com altura uniforme entre 0,08 e 0,12 m e, com dimensões de 35 x 90 m, declividade média de 2,3 %.

A casa de vegetação tem área de 130 m² (20 x 6,5 m), o teto e paredes laterais e frontais coberto com filme de polietileno transparente

de baixa densidade, orientado no sentido Norte-Sul e cultivada com pimentão (*Capsicum annuum* cv. Mayata).

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, subtropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco. Os dados climáticos da região apresentam: temperaturas médias mensais variando de 24,8° C no verão e 17,1° C no inverno, sendo a média anual igual a 21,4° C. As chuvas são da ordem de 1278 mm anuais, sendo cerca de 1000 mm de outubro a março, e 278 mm de abril a setembro (SENTELHAS, 1998).

A evaporação e evapotranspiração de referência foram medidas simultaneamente no interior da casa de vegetação e na estação meteorológica em tanque reduzido e atmômetro. O tanque reduzido tem diâmetro de 0,60 m e 0,25 m de altura, com fundo plano, construído com chapa galvanizada e instalado sobre um estrado de madeira de 0,15 m de altura. A medida de lâmina evaporada foi realizada através de um micrômetro de gancho, assentado sobre um poço tranquilizador de 0,26 m de altura e 0,10 m de diâmetro. O atmômetro, composto de uma cápsula porosa branca (cápsula de Bellani), com 0,08 m de diâmetro, coberta por uma lona verde, foi instalado a 1,0 m de altura. A cápsula foi conectada a um reservatório com água, cujo nível é visualizado através de um tubo de plástico transparente ligado ao reservatório. A evapotranspiração foi quantificada pela variação no nível de água, medido por uma escala graduada em milímetros. A escala de leitura dos atmômetros foi ampliada por Pereira (1996), possibilitando uma precisão de 0,15 mm na medida da evapotranspiração.

Os dados diários de evaporação do tanque reduzido e da evapotranspiração de referência do atmômetro, obtidos no interior da casa de vegetação e na estação meteorológica,

foram analisados pela análise de regressão e pelo desvio médio absoluto.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados diários de evaporação do tanque reduzido, instalado no interior da casa de vegetação com os da estação meteorológica, observa-se na Figura 1a, que não houve uma adequada correlação entre os dados, uma vez que constatou-se uma elevada dispersão dos resultados ($R^2 = 0,5867$), refletindo baixa precisão o que também pode ser verificado com relação à exatidão ($b=0,4336$). Os dados de evaporação na casa de vegetação foram aproximadamente 57% inferiores àqueles observados na estação meteorológica. Farias et al. (1994) comparando a evapotranspiração de referência no interior e exterior da casa de vegetação, verificaram que a mesma foi sempre menor no interior da casa de vegetação, ficando entre 45% e 77% da registrada no interior. Por outro lado, conforme os autores, as estimativas de evapotranspiração de referência interna, com o uso do tanque reduzido apresentaram elevadas correlações com as obtidas pelo tanque Classe A. Medeiros et al. (1997) após compararem os valores da evaporação do tanque reduzido instalado em casa de vegetação com os da estação meteorológica, obtiveram boa correlação entre os dados, sendo que a evaporação na casa de vegetação correspondeu a 47% da evaporação medida na estação meteorológica. O desvio médio absoluto (DMA) foi de 4,17 mm/dia (Figura 1b), o que mostra que os dados de evaporação medidos na estação, para manejo da irrigação em casa de vegetação, pode comprometer o crescimento, o rendimento e a qualidade da produção dos cultivos.

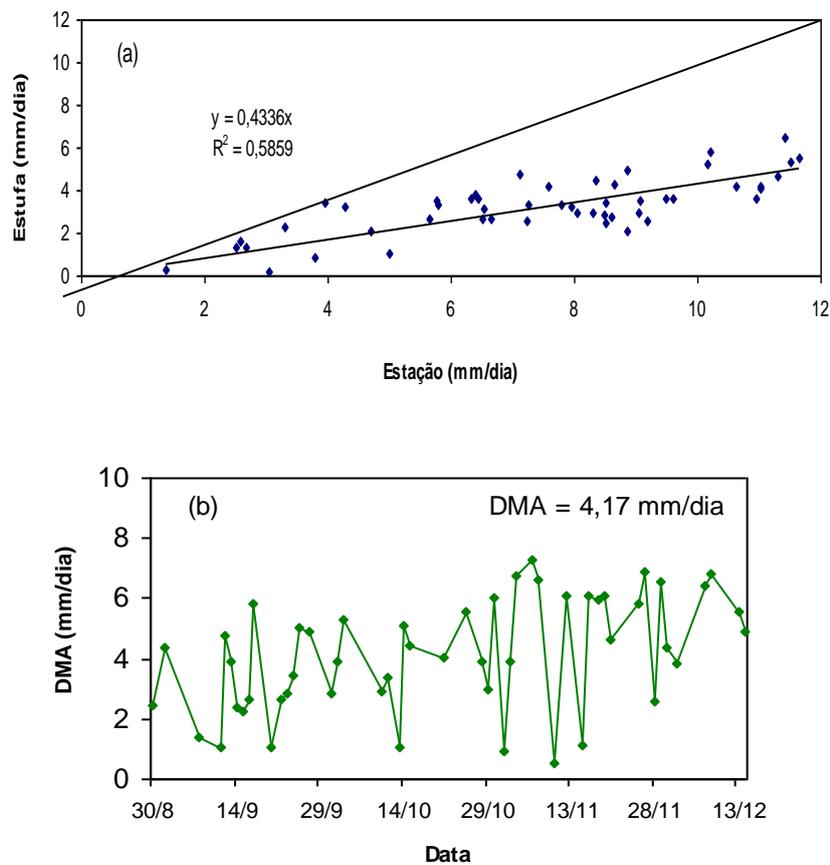


Figura 1 Evaporação do tanque reduzido medida na Estação Meteorológica e na casa de vegetação (a) e o desvio médio absoluto (DMA) entre as medidas (b)

Comportamento semelhante foi registrado também para os valores de evapotranspiração de referência medido pelo atmômetros nos dois ambientes estudados, mas com correlação e precisão dos dados em níveis superiores aos da evaporação obtido pelo tanque reduzido. Pelos dados na Figura 2a observa-se que houve uma concordância aceitável entre as formas de determinar a evapotranspiração, com coeficiente de correlação $R^2 = 0,8687$. A precisão dos dados é

aceitável com $b = 0,7501$, porém há uma tendência de subestimar os valores de evapotranspiração na casa de vegetação da ordem de 25%. O desvio médio absoluto entre os dados obtidos nos dois ambientes foi de 1,05 mm/dia, conforme indicado na Figura 2b. Dessa maneira, o manejo da irrigação em ambiente protegido utilizando o atmômetro instalado na estação apresentaria erros menores do que aqueles observados com o tanque reduzido.

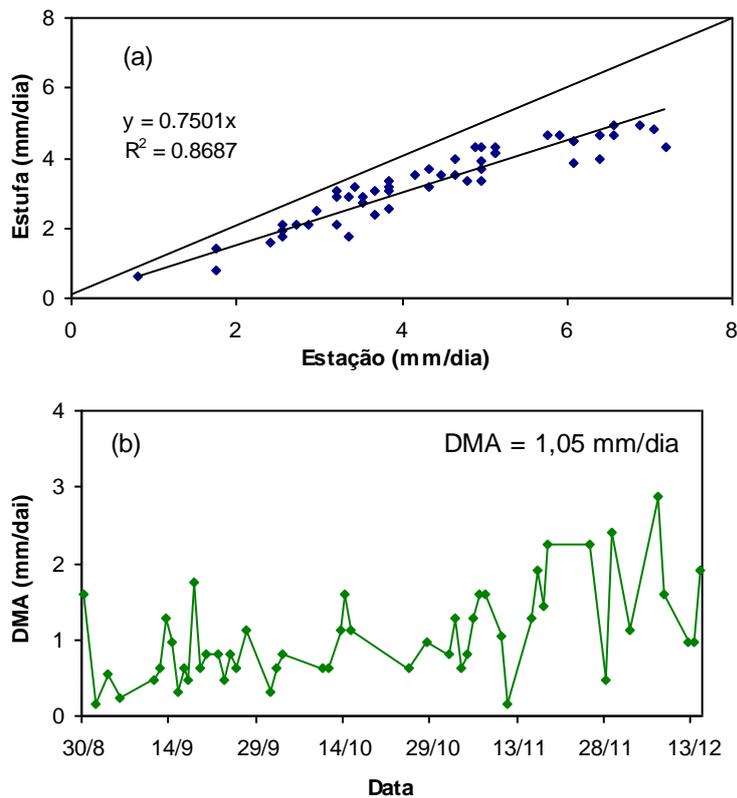


Figura 2 Evapotranspiração do atmômetro medida na Estação Meteorológica e na casa de vegetação (a) e o desvio médio absoluto (DMA) entre as medidas (b)

6 CONCLUSÃO

Avaliando os resultados constata-se que a evaporação obtida com o uso do tanque reduzido e a evapotranspiração de referência obtida com o atmômetro modificado, instalados em ambiente protegido, apresentaram valores inferiores àqueles obtidos na Estação Meteorológica. Portanto, dados coletados na Estação, para fins de irrigação em ambiente protegido, podem induzir a uma aplicação de água em excesso, aumentando os custos de produção ou comprometendo a sanidade e produtividade da cultura.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, D.R.B.; KLAR, A.E. Comparação de métodos para estimar a evapotranspiração de referência em túnel de plástico. *Irriga*, Botucatu, v. 1, n.2, p. 26-34, 1996
- ARRUDA, F.B. et al. **A agricultura irrigada frente a administração dos recursos hídricos do Estado de São Paulo**. trabalho técnico da Comissão Técnica da Agricultura Irrigada e Drenagem. Campinas: Instituto Agrônomo, 1994. 14p.
- FARIAS, J.R.B.; BERGAMASHI, H.; MARTINS, S.R. Evapotranspiração no interior de casa de vegetação plásticas. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.2, n. 1, p.17-22, 1994.
- LAW, R.A P. Manejo da irrigação com atmômetros. *Engenharia Rural*, Piracicaba, v.1, n.2, p. 77-91, 1990.

- MARTINS, G. **Uso da casa de vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão**. 1992. 98f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.
- MARTINS, G.; CASTELLANE, P.D.; VOLPE, C.A. Influência da casa de vegetação nos aspectos climáticos e em épocas de verão chuvoso. **Horticultura Brasileira**, Botucatu, v.12, n.2, p. 131-134, 1994.
- MEDEIROS, J.F. et al. Comparação entre a evaporação em tanque classe a padrão e em minitanque, instalados em casa de vegetação e estação meteorológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, 1997, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p.228-230.
- PEREIRA, A.R.; COELHO, R.D. Determinação da evapotranspiração de referência (ET_o) através de atmômetros modificados em condições tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21, 1992, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992. p. 636-647.
- PEREIRA, A.S.; COELHO, R.D.; FOLEGATTI, M.V. Evaporação medida com tanque classe A e evapotranspiração potencial estimada pelo método de Penman. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 23, 1994, Campinas. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1994. p.93.
- PEREIRA, A.S. **Avaliação do desempenho de um atmômetro modificado na estimativa da evapotranspiração potencial**. 1996. 80f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1996.
- SENTELHAS, P.C.; SANTOS, A.O. Cultivo protegido: aspectos microclimáticos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.1, n.2, p.108-115, 1995.
- SENTELHAS, P.C. **Estimativa diária de evapotranspiração de referência com dados de estação meteorológica convencional e automática**. 1998. 97f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1998.
- TEODORO, R.E.F. **Efeito da irrigação no crescimento e produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.) conduzido em casa de vegetação e em condições de campo**. 1986. 67f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1986.