

# VARIABILIDADE LOCAL DAS MEDIDAS DO TANQUE CLASSE A E COMPARAÇÃO DE MEDIDAS AUTOMÁTICAS E COM PARAFUSO MICROMÉTRICO

Luiz Roberto ANGELOCCI<sup>1</sup>, Fabio SCHWINGEL<sup>2</sup>, Paulo César SENTELHAS<sup>1</sup>, Juan S. DELGADO ROJAS<sup>3</sup>

## 1. Introdução

O tanque classe A é o evaporímetro que mais vem sendo empregado no mundo. STANHILL (2002) sugere que embora a determinação das exigências hídricas das culturas a partir da equação de Penman-Monteith/FAO seja atualmente a mais recomendável, a determinação pelo tanque classe A, pelo seu baixo custo e simplicidade, é ainda a mais prática para uso na irrigação em países em desenvolvimento, onde o custo e a complexidade das medidas são fatores limitantes. Além disso, a medida da evaporação do tanque classe-A (ECA) é de largo uso em outras aplicações, como caracterização da demanda hídrica da atmosfera, perda de água de reservatórios, etc.

O tanque classe-A apresenta várias fontes de erro, decorrentes do observador nas medidas manuais, do consumo de água por animais, da chuva e de vazamentos. Considerando tais fontes de erro, além da variabilidade imposta pela carga radiante e pelos efeitos do vento, e tendo-se em vista não ser prática comum o uso de repetições de tanques num local, uma pergunta com resposta difícil de se encontrar na literatura é sobre a representatividade da medida com um só tanque.

Na rotina da estação meteorológica da ESALQ/USP em Piracicaba, SP (lat. 22°42'S; long. 47°38'W, alt. 540 m), medidas da ECA com sensores automáticos foram iniciadas em 1996, substituindo as observações com uso de parafuso micrométrico ("manuais") nos finais de semana e feriados, mantendo-se os dois tipos de observação (automática e manual) durante o restante da semana. Em 1999, foram instalados 3 tanques na estação, permitindo tanto o estudo da variabilidade das medidas, como a comparação entre as duas técnicas de medida, tendo em vista a verificação de BRUTON et al. (2000) na Geórgia, EUA, de terem as medidas automáticas levado a totais mensais e anuais consistentemente menores que as manuais.

Neste trabalho são discutidos os resultados de variabilidade da medida dos três tanques e comparadas as duas técnicas de medida, sendo uma expansão da abordagem apresentada no XII CBA (SCHWINGEL et al., 2001), após re-análise da série de dados e sua ampliação com os dados de 2001.

## 2. Material e métodos

Os dados empregados no estudo foram obtidos em três tanques classe A sobre gramado, separados à distância de 4m. As medidas automáticas foram realizadas com um sensor

Novalinx Systems, modelo 255-100, com um sistema de bóia e transmissão de sua flutuação por uma corrente acoplada a um potenciômetro, de modo que a resistência elétrica deste varia com a flutuação da bóia. Nos dias de chuva, os valores de ECA foram corrigidos com a altura pluviométrica determinada em pluviômetro automático de balança. Os dados foram coletados e armazenados por sistema de aquisição de dados Campbell mod. CR-10.

As séries de dados utilizadas foram as do período de julho de 1999 a dezembro de 2001. Evidentemente, o número de dias aproveitáveis na série de dados manuais é muito menor do que o de dados automáticos. Além disso, em ambas as séries foram perdidos dados em razão dos dias utilizados para manutenção dos tanques e dos dias em que houve transbordamento devido as chuvas, ou ainda por problemas do sistema automático. Durante um período do primeiro semestre de 2000 o sensor automático de um dos tanques foi retirado para uso em outro estudo e durante o período de junho a novembro de 2001 um dos tanques foi protegido da radiação solar para outro tipo de estudo, de modo que as séries usadas para o estudo de variabilidade das medidas dos três tanques não contemplaram esses dois períodos.

## 3. Resultados e discussão

Não houve diferença ponderável entre os três tanques quando foram comparados os valores obtidos pelas duas técnicas através de análise de regressão, de modo que os dados dos três foram agrupados (Figura 1). Observou-se que na escala diária (Figura 1a) houve leve tendência de se obter valores inferiores das medidas automáticas em relação às manuais. Isso ocorreu principalmente em função de alguns dias nos quais o sensor automático apresentou valores baixos em consequência de um retardamento da resposta, principalmente em dias de chuva, provavelmente em consequência de problemas com a bóia, ou com o sistema transmissor ou com o potenciômetro.

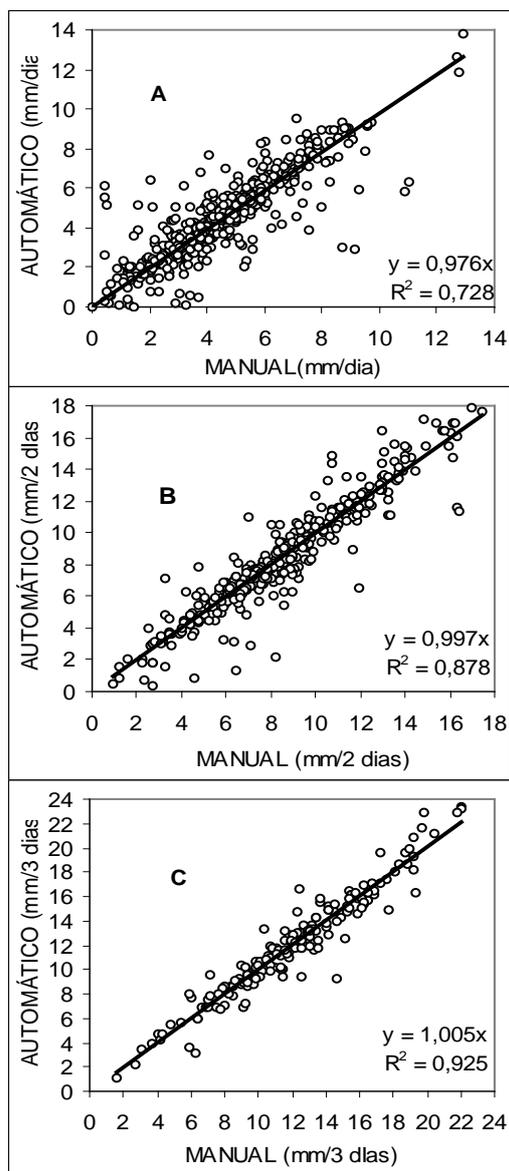
Apesar do desvio muito pequeno da linha de ajuste entre as variáveis e a linha 1:1 (cerca de 2%), a dispersão dos dados é grande em consequência dos motivos acima citados. Valores de medida automática em um dia, bem inferiores aos da medida manual, foram compensados por valores bem acima no dia seguinte, como se o mecanismo que produziu o retardamento da resposta fosse depois compensado. Tal fato é comprovado quando se observa as Figs. 1b e 1c, as quais mostram tendência de um ajuste praticamente perfeito (1:1) para valores acumulados de dois e três dias, com diminuição crescente da dispersão. As diferenças entre as técnicas são mínimas quando são comparados valores acumulados para toda a série de medida em cada tanque (Tabela 1), sendo os números

<sup>1</sup> Prof. Associado, bolsista do CNPq e Prof. Dr., respectivamente, do Departamento de Ciências Exatas, E.S.A. Luiz de Queiroz, USP, 13418-900, Piracicaba, SP. E-Mail: [lrangelo@carpa.ciagri.usp.br](mailto:lrangelo@carpa.ciagri.usp.br).

<sup>2</sup> Eng. Agr., ex-aluno da ESALQ/USP, bolsista de Iniciação Científica da FAPESP, São Paulo.

<sup>3</sup> Dr., Pesquisador do Instituto Agrônomo Nacional, Paraguai.

de dias de medida entre eles diferentes, conforme já exposto. Essa boa concordância contrasta com os resultados obtidos por BRUTON et al. (2000).



**Figura 1.** Relação entre a evaporação do classe A medida pelo parafuso micrométrico ("manual") e pelo sensor automático, na escala de um (A), dois (B) e três dias(C).

**Tabela 1.** Valores totais (mm) de ECA na série de dados para cada tanque (T); N= n° de dias.

	T 1	N	T 2	N	T 3	N
MANUAL	898,2	215	1196,2	256	794,9	171
AUTO	890,5	215	1212,5	256	772,0	171

A Tabela 2 mostra a distribuição do coeficiente de variação (CV) por intervalos de classe, para valores obtidos pelas duas técnicas. Assumindo-se que  $CV < 10\%$  indica variabilidade pequena, observa-se que 85% das observações manuais diárias estão enquadradas nesse caso, aumentando para 95% para valores acumulados de dois dias. A técnica automática introduziu aumento da variabilidade, com 83% dos dias com  $CV < 10\%$  e com 93% das observações de valores acumulados

de dois dias. Isso indica que na grande maioria das observações o uso de um só tanque fornece valores representativos de ECA para o local, sendo que a técnica automática introduz um aumento na variabilidade das medidas. Na análise da série mais longa de dados automáticos dos três tanques (372 dias) a variabilidade dos valores diários aumentou em relação à série de medidas simultâneas pelas duas técnicas (Tabela 3). Em grande parte isso ocorreu em dias com valores médios de ECA  $< 2$  mm, sendo que a ocorrência de chuva nesses dias contribuiu para um aumento adicional de CV.

**Tabela 2.** Frequência relativa(%) dos valores diários e de dois dias por intervalos de classe de CV na série de medidas simultâneas por ambas as técnicas de medida.

CV	Manual		Automática	
	% (1 dia)	% (2 dias)	% (1 dia)	% (2 dias)
0 a 4,9999	70,8	80,0	45,3	70,0
5 a 9,9999	14,2	15,0	37,7	23,3
10 a 14,9999	8,5	3,3	10,4	5,0
15 a 19,9999	0,0	1,7	0,9	1,7
$\geq 20$	4,5	0,0	5,7	0,0

**Tabela 3.** Frequência relativa(%) dos valores diários e de dois dias por intervalos de classe de CV na série de 372 dias com medidas automáticas.

CV	% (1 dia)	% (2 dias)
0 a 4,9999	36,8	78,0
5 a 9,9999	31,7	13,8
10 a 14,9999	12,1	4,6
15 a 19,9999	4,1	1,8
$\geq 20$	15,3	1,8

#### 4. Conclusões

Houve boa concordância das medidas diárias de ECA pelas duas técnicas, mas com dispersão grande. O sensor automático acentuou a variabilidade das medidas diárias, a qual diminuiu bastante quando se trabalhou com valores acumulados de dois ou mais dias. A variabilidade, principalmente das medidas manuais, permite concluir que os dados diários obtidos a partir de um só tanque são representativos da ECA em mais de 70% dos dias, sendo ainda maior que esse limite caso se trabalhe com valores acumulados de dois ou mais dias.

#### 5. Referências bibliográficas

BRUTON, J.M., HOOGENBOOM, G., McCLENDON, R.W. A comparison of automatically and manually collected pan evaporation data. *Transactions of the ASAE*, v.43, n. 5, p. 1097-1101, 2000.

SCHWINGEL, F.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Comparação de medidas de evaporação do tanque classe A com parafuso micrométrico e com sistema automático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., 2001, Fortaleza, *Anais...*, Fortaleza, 2001. v. II, p. 415- 416 p.

STANHILL, G. Is the class A evaporation pan still the most practical and accurate meteorological method for determining irrigation water requirements? *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v.112, p. 233-236, 2002.