

AUTOMAÇÃO DE UM LISÍMETRO DE PESAGEM ATRAVÉS DE ESTAÇÃO METEOROLÓGICA, A CAMPO

Homero BERGAMASCHI¹, Luis Mauro G. ROSA¹, Antonio Odair SANTOS²; João Ito BERGONCI³

RESUMO

Neste trabalho são descritas características de montagem e operação de um lisímetro de pesagem mecânico-eletrônica acoplado a uma estação meteorológica automática, em condições de campo, no Rio Grande do Sul, Brasil. O mesmo equipamento fora operado durante oito anos como lisímetro de pesagem mecânica, com resolução de 0,1mm, tendo área útil de 5,1m² e profundidade efetiva de solo de 0,8m. Para a automação do sistema, uma célula de carga foi conectada ao "datalogger" (CR10 Campbell) de uma estação meteorológica localizada junto à parcela experimental. No ano agrícola de 1996/97 o lisímetro e a parcela adjacente (0,54ha) foram cultivados com milho. Os resultados demonstraram que a automação feita é viável, permitindo aquisição e registro contínuo da evapotranspiração, em condições de campo. Ao lado de diversas vantagens, verificou-se que a pressão exercida por abalos físicos, sobretudo vento, provocam oscilações nos resultados, a quais tendem a diminuir com o aumento do intervalo de registro.

INTRODUÇÃO

A lisimetria vem sendo utilizada ao longo de várias décadas para diversos fins, sobretudo, para a quantificação direta da evapotranspiração de culturas e para o desenvolvimento, calibração e validação de outros métodos com o mesmo propósito. Diversos são os sistemas de montagem, funcionamento e operação dos lisímetros, embora o princípio básico seja essencialmente o mesmo. Comuns também costumam ser as condições segundo as quais devem ser instalados e localizados, perfazendo um conjunto de características destinadas a dar-lhes confiabilidade e representatividade, quanto a resultados. Algumas dessas características básicas dos lisímetros, no elenco de métodos para determinação da evapotranspiração, foram citadas por Fontana (1992).

Como técnica, a lisimetria tem evoluído, ou melhor, tem sido empregada sob variadas formas, de acordo com os recursos disponíveis, com os objetivos do estudo e com o nível de resolução desejada. É claro que a evolução em áreas correlatas, como a eletrônica e a informática, tem possibilitado grandes melhorias, tanto na aquisição como no tratamento de dados. Neste aspecto, Aboukhaled et al. (1982) e Allen et al. (1991) fizeram uma extensa explanação/coletânea sobre a lisimetria, envolvendo a técnica em si e inúmeros exemplos de resultados já obtidos, para diferentes locais, condições e métodos.

No Brasil, lisímetros de drenagem e lisímetros de compensação com lençol freático constante têm sido utilizados em diversos locais e por várias décadas, para estudos em Agrometeorologia. Bergamaschi et al. (1991) relataram o uso de um lisímetro de pesagem mecânica para monitoramento hídrico de culturas a campo, a partir de 1988. Como pontos positivos deste equipamento, os autores salientaram a simplicidade de instalação e manejo, a adequada resolução para totais diários de evapotranspiração (podendo-se obter valores em intervalos menores) e a possibilidade de medir a irrigação e a drenagem. Por outro lado, como limitações foram consideradas a alteração da inércia do sistema pelo vento e outros abalos físicos, prejudicando leituras em intervalos curtos, a inadequação para monitorar longos períodos de déficit hídrico

¹ Dr., Professor Adjunto, Depart. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, C. Postal 776, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS. E-mail: Homerobe@vortex.ufrgs.br. Bolsista do CNPq.

² M. Sc., Pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas, SP. Doutorando em Fitotecnia, opção Agrometeorologia, no Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

³ Dr., Professor Adjunto, Depart. Botânica da UFRGS, Av. Paulo Gama, s/n, 90043-900, Porto Alegre-RS. acoplado a uma estação meteorológica automática, anteriormente operado como lisímetro de pesagem mecânica, sob condições de campo no Rio Grande do Sul.

no solo (pela ausência de fluxo ascendente de água no solo, abaixo do perfil útil) e as eventuais infiltrações de água no fosso em longos períodos de excesso hídrico.

Este trabalho tem o objetivo de descrever características de montagem e operação, além de apresentar uma rápida avaliação de resultados obtidos em um lisímetro de pesagem mecânico-eletrônica

MATERIAL E MÉTODOS

O lisímetro encontra-se na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, localizada no município de Eldorado do Sul, região climática da Depressão Central do Rio Grande do Sul, com coordenadas 30°05'S e 51°40'W e altitude aproximada de 40m. O clima do local é subtropical úmido de verão quente - Cfa, pela classificação de Köppen, ou mesotérmico úmido - B₁ r B₃ a' pela classificação de Thornthwaite (Bergamaschi & Guadagnin, 1990).

O equipamento é composto por uma caçamba metálica de 3,4m de comprimento, 1,5m de largura e 0,9m de profundidade apoiada sobre uma balança de transmissão mecânica marca Urano, especialmente projetada para o sistema. O mesmo se encontra no centro de uma parcela experimental de 0,54ha, ao lado da qual encontra-se uma estação meteorológica. Os detalhes e as demais características foram descritos por Bergamaschi et al. (1991).

A instalação e aferição do lisímetro foi feita em 1988, passando a ser operada através de leituras diretas em régua de acionamento mecânico, com resolução inicial de 0,2mm. Em 1989 o sistema de transmissão e leitura foi alterado e novamente aferido, obtendo-se resolução de 0,1mm. Em 1995 tentou-se automatizá-lo, inserindo-se ao tirante da balança uma célula de carga modelo ABA, com capacidade para 500kg, conectada a uma estação automática marca Campbell, com "datalogger" CR10. O sistema não permitiu a resolução desejável, tendo-se continuado com leituras diretas por acionamento mecânico, por mais uma ano.

Para a automação do sistema, em 1996, o dispositivo de leitura por régua de acionamento mecânico foi removido e substituído por um mecanismo de redução de carga, ao qual foi acoplada uma célula de carga modelo SU 50kg. Esta foi conectada ao "datalogger" (marca Campbell, modelo CR10) da estação meteorológica automática, o qual controla, também, a coleta dos demais dados meteorológicos, junto à área experimental. Na conexão da célula ao "datalogger" utilizou-se a esquemática de uma ponte de Wheatstone na configuração completa ("full bridge") com seis fios, conforme está descrito no manual de operação da Campbell Scientific para o modelo CR10. A programação da coleta de dados foi baseada na instrução P9 do manual ("full bridge with excitation compensation"). Esta instrução, quando utilizada com uma ponte completa com seis fios, compensa a perda de sinal proveniente da distância entre a ponte e o "datalogger". No caso deste lisímetro, esta distância é de 85m, ou seja, 80m acima do recomendado para uma ponte completa de quatro fios (padrão). Atualmente, o "datalogger" permite uma amostragem do peso do lisímetro a cada 60s, sendo que os dados finais de evapotranspiração são armazenados como médias, a cada 15min, com uma resolução de 0,1mm.

No ano agrícola 1996/97, a exemplo dos três anos anteriores, o lisímetro e a parcela circundante foram cultivados com milho (híbrido Pioneer 3230), semeado em 29/10/96, com espaçamento de 0,75m e população de 67 mil plantas por hectare. Passando junto ao lisímetro, na direção longitudinal, foi instalada uma linha de 14 aspersores, a fim de manter o solo ao redor da capacidade de campo dentro e próximo do mesmo, com redução gradual da lâmina de irrigação em ambos os lados (norte e sul)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstram a viabilidade da automação do lisímetro, conectando-o ao "datalogger" de uma estação meteorológica. Segundo Grebet (1991), sistemas mecânico-eletrônicos são os mais usados em lisímetros de pesagem, já que podem combinar a robustez mecânica com a alta sensibilidade de sensores eletrônicos, aliado à facilidade de registro de sinais elétricos. Neste tipo de sistema o peso "morto" é contrabalançado mecanicamente por um conjunto de alavancas e contrapesos, enquanto que as variações do peso "vivo" são registradas através de um dinamômetro de pequena capacidade (geralmente uma célula de carga por flexão, que é bastante sensível). Este é o caso de lisímetros descritos por Archer et al. (1970), Pruitt & Angus (1960) e Van Bavel & Meyers (1961), citados por Grebet (1991). Também é o caso do presente trabalho, em que, a partir de um sistema totalmente mecânico, foi possível a automação na

aquisição e registro de dados através de dispositivos mecânico-eletrônicos, com aumento na sensibilidade. No presente caso, soma-se a vantagem do lisímetro estar conectado a um "datalogger" CR10 Campbell, atualmente de uso amplo e consagrado em sistemas de aquisição de dados, inclusive estações meteorológicas automáticas, em cujo manual de operação já está descrito todo o sistema de conexão e operação em lisímetros de pesagem.

Das limitações anteriores, levantadas por Bergamaschi (1991), algumas foram solucionadas ou evitadas, mesmo antes da automação. A instalação de um sistema de drenagem subterrânea, em 1995, composto de uma mangueira plástica de 20mm partindo do interior do fosso da balança e tubos crivados de 20cm externamente ao fosso, eliminou as eventuais infiltrações de água, que eram fonte de erro e perda de dados, sobretudo no inverno. A inadequação do lisímetro para condições de acentuado déficit hídrico no solo foi eliminada trabalhando-se com o solo sempre mantido próximo à capacidade de campo, monitorado por tensiômetros e pelo próprio peso do sistema.

Por outro lado, os resultados mostram que persiste o efeito da alteração da inércia do sistema, por efeito de abalos físicos, sobretudo pela pressão do vento. É bem provável que emprego de uma cultura de porte alto (milho, no caso) aumenta este efeito. Houve caso em que o eventual trânsito de pessoas teve o mesmo efeito. Mas, os registros mostram, principalmente no uso de dados a intervalos de 15min, a variabilidade devida à pressão do vento. À noite, quando a evapotranspiração tende a ser nula, o vento induziu a oscilações de valores acima e abaixo de zero. Observa-se que o aumento do intervalo de cálculo (para 30 e 60min) reduziu essas oscilações. Possivelmente, alterando-se o programa de cálculo e armazenamento de dados no "datalogger", de 0.1mm para menos, possa reduzir a amplitude de oscilação, por eliminar os atuais arredondamentos na primeira casa decimal. São hipóteses que ainda deverão ser testadas.

A possibilidade de registro contínuo e a confiabilidade dos resultados, associadas a outras facilidades no processamento e no armazenamento de dados, por si só, tornam vantajosa a automação feita.

CONCLUSÕES

1. A automação do lisímetro de pesagem mecânica, em sistema mecânico-eletrônico, conectando-o a um "datalogger" de estação meteorológica é viável e permite aquisição e registro contínuo da evapotranspiração de culturas a campo.

2. A alteração da inércia do sistema, pela pressão do vento na cultura ou de qualquer outro abalo físico sobre a caçamba, é fonte de oscilações nos resultados. A amplitude dessas oscilações diminui com o aumento no intervalo de registro.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, R.G.; HOWELL, T.A.; PRUITT, W.O.; WALTER, I.A.; JENSEN, M.E. ed. **Lysimeters for Evapotranspiration and Environmental Measurements**. New York, American Society of Civil Engineers, 387p. 1991.
- ABOUKHALED, A.; ALFARO, A.; SMITH, M. **Lysimeters**. Rome, 68p. 1982 (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 39).
- BERGAMASCHI, H.; SANTOS, M.L.V.; MEDEIROS, S.L.P.; CUNHA, G.R. da. Instalação e uso de um lisímetro de balança no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7. Viçosa. **Resumos...** Viçosa, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia / Universidade Federal de Viçosa, p. 176-7. 1991.
- BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R. **Agroclima da Estação Experimental Agrônômica/UFRGS**. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, 1990 (não publicado).
- FONTANA, D.C. Determinação da evapotranspiração. In: BERGAMASCHI, H. Coord. **Agrometeorologia Aplicada à Irrigação**. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS, 125P. 1992.
- GREBET, P. Precision lysimetry in France. In: ALLEN, R.G.; HOWELL, T.A.; PRUITT, W.O.; WALTER, I.A.; JENSEN, M.E. ed. **Lysimeters for Evapotranspiration and Environmental Measurements**. New York, American Society of Civil Engineers, 387p. 1991.